

CARLA LUCIANE LIMA

**IMPACTO DO RESERVATÓRIO DE UMA HIDRELÉTRICA
SOBRE A VEGETAÇÃO ARBÓREA EM ECÓTONO ENTRE
FLORESTA OMBRÓFILA MISTA E FLORESTA ESTACIONAL
DECIDUAL EM SANTA CATARINA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal.

Orientadora: Dra. Ana Carolina da Silva

Co-orientador: Dr. Pedro Higuchi

LAGES, SC, 2016

Ficha catalográfica elaborada pelo(a) autor(a), com
auxílio do programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC

Lima, Carla Luciane

IMPACTO DO RESERVATÓRIO DE UMA HIDRELÉTRICA SOBRE
A VEGETAÇÃO ARBÓREA EM ECÓTONO ENTRE FLORESTA
OMBRÓFILA MISTA E FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL EM
SANTA CATARINA / Carla Luciane Lima. Lages - 2016.
103 p.

Orientadora: Ana Carolina da Silva

Co-orientador: Pedro Higuchi

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado
de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Florestal, Lages, 2016.

1. Mortalidade de árvores. 2. Barragem. 3.
Dinâmica Florestal. I. Silva, Ana Carolina da. II.
Higuchi, Pedro . . .III. Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Florestal. IV. Título.

CARLA LUCIANE LIMA

**IMPACTO DO RESERVATÓRIO DE UMA HIDRELÉTRICA
SOBRE A VEGETAÇÃO ARBÓREA EM ECÓTONO ENTRE
FLORESTA OMBRÓFILA MISTA E FLORESTA ESTACIONAL
DECIDUAL EM SANTA CATARINA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal.

Banca examinadora:

Orientadora: _____

Prof^a. Dr^a. Ana Carolina da Silva
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro: _____

Prof^a. Dr^a. Ana Paula Moreira Rovedder
Universidade Federal de Santa Maria

Membro: _____

Prof. Dr. Adelar Mantovani
Universidade do Estado de Santa Catarina

Lages, 24/06/2016.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que permitiu a realização de mais essa etapa na minha vida.

A minha família, que me proporcionou o que há de melhor, sendo o maior exemplo de dignidade, luta, garra e felicidade diante das coisas simples da vida, fazendo de mim sempre uma pessoa mais alegre e espontânea.

Ao meu companheiro Cosme, sempre amável e parceiro, grande incentivador e sempre disposto em me ver realizada e feliz.

Aos meus amigos e amigas de mestrado pelo companheirismo, pela parceria nos levantamentos de campo, sempre enfrentados com muita força e alegria.

A minha orientadora Prof.^a Dr.^a. Ana Carolina da Silva e meu co-orientador Prof. Dr. Pedro Higuchi, que tanto contribuíram, repassando o conhecimento, tendo sempre a paciência e a sabedoria dos grandes mestres.

À FAPESC e ao PROGRAMA UNIEDU PÓS-GRADUAÇÃO, pela concessão da bolsa à primeira autora do trabalho.

A empresa Rio Canoas Energia e CTG Brasil pela disponibilização da área de pesquisa e apoio logístico.

Aos amigos Marcos e Raquel Albuquerque pelo apoio logístico, pelas ótimas recepções em sua casa após um longo dia de campo, contribuindo diretamente para que o trabalho de levantamento fosse bem feito.

...Quem tem um rumo de rancho pras
quatro patas
Bota seu mundo na estrada batendo
água...

Gujo Teixeira

RESUMO

LIMA, Carla Luciane. **Impacto do reservatório de uma hidrelétrica sobre a vegetação arbórea em ecótono entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual em Santa Catarina.** 2016. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal – Área: Engenharia Florestal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Lages, 2016.

A presente dissertação objetivou identificar o impacto do enchimento do reservatório de uma Usina Hidrelétrica (UHE) na composição florístico-estrutural do componente arbóreo de um fragmento em ecótono entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual localizado no município de São José do Cerrito, SC. Foram realizadas duas avaliações: no primeiro e no segundo ano após o enchimento do reservatório. Para isso, foram alocadas 48 parcelas de 200 m² cada, de forma estratificada-sistemática, em três setores do fragmento: adjacente às margens do reservatório (setor 1), meio da encosta e topo da encosta. Os indivíduos arbóreos dentro das parcelas com circunferência a altura do peito (CAP) $\geq 15,7$ cm foram identificados e mensurados (CAP), sendo que, no segundo ano de avaliação, os indivíduos mortos foram quantificados e os recrutas incorporados ao levantamento. Em cada parcela, foram mensuradas as variáveis ambientais: características edáficas, topográficas, de luminosidade e de impacto ambiental. Os dados foram analisados por estimativas fitossociológicas, cálculos de dinâmica, análises multivariadas e técnicas de modelagem. Destaca-se, no primeiro ano, o elevado número de indivíduos mortos (segundo maior valor de importância na comunidade: 9,59%), sendo significativamente maior no setor

1 ($p < 0,05$), o que pode estar associada à maior proximidade com a lâmina d'água. A dinâmica apresentou estabilidade na riqueza e em número de indivíduos, porém, entre os setores houve distinções, sendo o setor 1 caracterizado pela maior taxa de perda em área basal ($2,51\% \cdot \text{ano}^{-1}$). Houve pouca relação das taxas de dinâmica com as variáveis ambientais analisadas, indicando que a maior influência encontrada sobre o desenvolvimento das árvores está associada a variáveis não utilizadas nas análises, como a influência do reservatório. Assim, o presente estudo indica que, dois anos após o enchimento do reservatório, foi possível perceber os primeiros efeitos do enchimento do lago da hidrelétrica na comunidade arbórea.

Palavras-chave: Mortalidade de árvores; Barragem; Dinâmica Florestal.

ABSTRACT

LIMA, Carla Luciane. **Impact of a reservoir of a hydroelectric power on the tree vegetation in ecotone between Mixed Ombrophilous Forest and Seasonal Deciduous forests in Santa Catarina.** 2016. 103 f. Dissertation (Masters in Forestry - Area: Forest Engineering) - University of Santa Catarina State. Graduate program in Forestry, Lages, 2016.

This dissertation aimed to identify the impact of reservoir filling of a hydroelectric power station on the floristic-structural composition of the tree component in ecotonal fragment between Mixed Ombrophilous Forest and Deciduous Forest, located in the municipality of São José de Cerrito, SC. Two surveys were conducted: in the first and second year after the reservoir water filling. For this, 48, 200 m², plots were allocated through stratified systematic sampling, in three sectors: bottom (sector 1), adjacent to the reservoir, middle slope and upper slope. The trees within plots with circumference at breast height (cbh) $\geq 15,7$ cm were identified and measured (cbh), and, in the second evaluation year, the dead trees were counted and recruits incorporated to survey. In each plot, the following environmental variables were obtained: edaphic, topographic and environmental impact. The data were analyzed by phytosociological estimates, demographic dynamics, multivariate analysis and modelling techniques. In the first year, the high number of dead trees (second greatest value of relative importance in community: 9.59%) stood out, with a significantly great number in the sector 1 ($p < 0,05$), which could be associated to the proximity

to water reservoir. The dynamics demonstrated stability in richness and individuals number, whereas there were differences among sectors, with sector 1 presenting greater basal area loss ($2.51\% \cdot \text{year}^{-1}$) than others. There was a weak relation between dynamics and evaluated environmental variables, indicating that the trees development is mostly associated to non-evaluated variables, such as reservoir influence. Thus, the present study indicates that the first effects of reservoir can be observed two years after the process of water filling.

Key-words: Tree mortality, Dam, Forest dynamics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1. Classificação fitogeográfica da região de estudo..... 26
- Figura 2. Trecho do fragmento florestal estudado nas margens do Rio Canoas (área destacada em vermelho), município de São José do Cerrito, SC, com ilustração do reservatório formado pela UHE Garibaldi. 28
- Figura 3. Localização das unidades amostrais no trecho de floresta ciliar avaliado em São José do Cerrito, SC. Parcelas de 1 a 16 estão no setor inferior, de 17 a 32 no setor intermediário e de 33 a 48 no setor superior. 36
- Figura 4. Gráfico “*box-plot*” indicando a variação do número de indivíduos mortos por parcela de cada setor em uma área ecotonal de Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual, São José do Cerrito, SC. 46
- Figura 5. Ordenação produzida pela NMDS (Escalonamento Multidimensional Não-métrico) das parcelas e espécies amostradas em um fragmento florestal de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual, em São José do Cerrito, SC. . 47
- Figura 6. Localização das unidades amostrais no fragmento avaliado em São José do Cerrito, SC, com demonstração da topografia do terreno..... 61

Figura 7. Leituras e médias anuais dos níveis freáticos no solo, para as parcelas do setor 1 que apresentaram água no poço de observação, de um remanescente florestal localizado em área de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual em São José do Cerrito, SC. O eixo x representa o nível do solo..... 79

Figura 8. Gráfico *scree plot* que demonstra a inércia dos dados nos dois primeiros eixos da Análise de Componentes Principais (PCA) para as variáveis ambientais de um remanescente florestal localizado em área de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual em São José do Cerrito, SC. Se o valor de inércia observado (linha contínua) for maior do que o valor estimado pela distribuição de *Broken Stick* (linha pontilhada), o eixo da PCA explica uma proporção significativa da variação dos dados. 81

Figura 9. Diagrama de ordenação nos dois primeiros eixos da Análise de Componentes Principais (PCA) para as variáveis ambientais de um remanescente florestal localizado em área de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual em São José do Cerrito, SC. 83

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Composição florístico-estrutural de um remanescente florestal localizado em área de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual em São José do Cerrito, SC, classificados por seu Valor de Importância (VI, em %). 38
- Tabela 2. Taxas de dinâmica por setor e para a comunidade de um remanescente florestal localizado em área de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual em São José do Cerrito, SC. .. 67
- Tabela 3. Taxas de dinâmica das dez espécies de maior densidade em 2015 por setor e para a comunidade de um remanescente florestal localizado em área de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual em São José do Cerrito, SC. .. 71
- Tabela 4. Variáveis ambientais médias por setor e para comunidade de um remanescente florestal localizado em área de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual em São José do Cerrito, SC. 76
- Tabela 5. Modelos de regressões logísticas para as taxas demográficas do componente arbóreo de um remanescente florestal localizado em área de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual em São José do Cerrito, SC. .. 84

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	25
2 IMPACTO EM CURTO PRAZO DO RESERVATÓRIO DE UMA UHE SOBRE O COMPONENTE ARBÓREO EM ÁREA ECOTONAL EM SANTA CATARINA.....	31
2.1 RESUMO	31
2.2 ABSTRACT	32
2.3 INTRODUÇÃO	33
2.4 MATERIAS E MÉTODOS.....	34
2.5 RESULTADOS.....	37
2.6 DISCUSSÃO.....	47
2.7 CONCLUSÃO	51
2.8 REFERÊNCIAS	51
3 DINÂMICA DO COMPONENTE ARBÓREO E RELAÇÃO COM VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM UM FRAGMENTO NAS MARGENS DE UM RESERVATÓRIO EM SANTA CATARINA.....	57
3.1 RESUMO	57
3.2 ABSTRACT	58
3.3 INTRODUÇÃO	59
3.4 MATERIAIS E MÉTODOS	60
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
3.6 CONCLUSÃO	85
3.7 REFERÊNCIAS	86
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
REFERÊNCIAS.....	101

1 INTRODUÇÃO GERAL

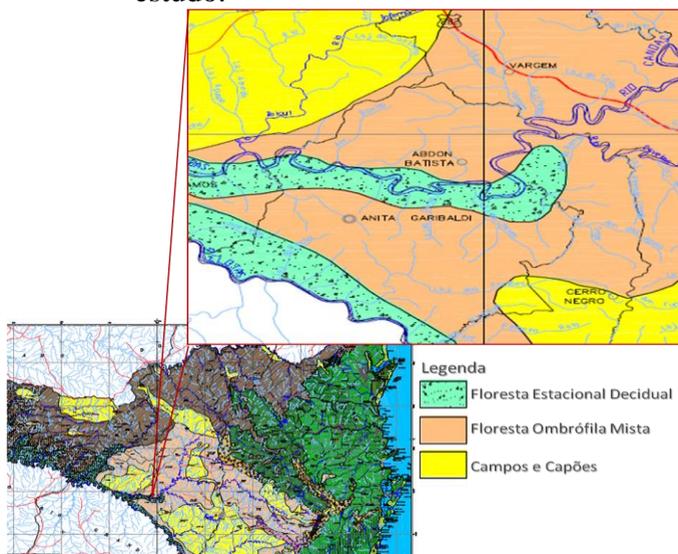
A Mata Atlântica é considerada o bioma mais ameaçado do Brasil, uma vez que de sua área original resta apenas 15% (SOS MATA ATLÂNTICA, 2015). O bioma guarda uma elevada riqueza, altos níveis de endemismos e de espécies ameaçadas de extinção, sendo considerado um dos 34 *hotspots* mundiais (MYERS *et al.*, 2000). Em Santa Catarina são reconhecidas três tipologias florestais, totalmente inseridas neste bioma: a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Decidual (IBGE, 2012).

A Floresta Ombrófila Mista (FOM), a qual originalmente representava 45% da superfície do estado de Santa Catarina (KLEIN, 1978), atualmente é constituída, principalmente, por fragmentos florestais secundários, em estágio médio e avançado de sucessão, os quais cobrem 24,4% do território, sendo raros os remanescentes de florestas primárias (SEVEGNANI *et al.*, 2013). Já a Floresta Estacional Decidual (FED) distribui-se ao longo das encostas do Rio Uruguai, adentrando pelos seus afluentes, onde estabelece contato com a FOM, formando regiões de ecótonos (KLEIN, 1978; GASPER *et al.*, 2013), em geral, a partir dos 600 m de altitude (GASPER *et al.*, 2012). De acordo com Vibrans *et al.* (2012), atualmente restam cerca de 16,3% de sua área original, sendo que grande parte dos fragmentos florestais remanescentes tem menos de 50 ha.

A área de pesquisa está situada em uma região de ecótono entre FOM e FED, sendo que esta última

fitofisionomia adentra pelo vale do Rio Canoas, um dos principais afluentes do Rio Uruguai, compondo uma região de singular importância do ponto de vista vegetacional (Figura 1). Ambas as formações têm sido sujeitas a perturbações e fragmentação de maiores proporções desde a década de 50, tais como a exploração de espécies com valor madeireiro, a criação de gado e a redução da sua área original devido ao desenvolvimento de atividades agrícolas (HIGUCHI, *et al.*, 2012).

Figura 1. Classificação fitogeográfica da região de estudo.



Fonte: Adaptado de FATMA, 2001.

A área de pesquisa, de acordo com informações fornecidas pelo proprietário, sofreu intervenções entre as décadas de 70 e 80. Embora

não tenha ocorrido corte raso, ouve a retirada de indivíduos com interesse madeireiro, e mais recentemente, em uma pequena parte do fragmento, foi permitido o acesso ao gado, que permanece em áreas de pastagem adjacente, adentrando esporadicamente na floresta.

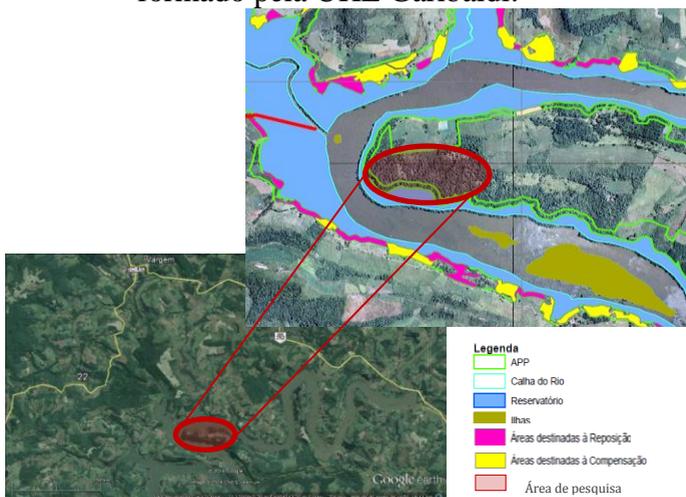
Mais recentemente, a alta demanda por energia no país tem incentivado a construção de empreendimentos hidrelétricos, e os rios que compõem a Bacia do Rio Uruguai em Santa Catarina, principalmente os Rios Pelotas e Canoas – sendo este último o foco da presente pesquisa –, foram alvos desses empreendimentos, o que afeta diretamente os remanescentes florestais adjacentes, pois os lagos das usinas acabam substituindo-os (RUSCHEL *et al.*, 2009).

Os reservatórios imprimem novas condições ambientais (NILSON; SVEDMARK, 2002), associadas, principalmente, aos distúrbios causados pela inundação e pela perda de habitat (NILSSON *et al.*, 2005). De acordo com Gusson *et al.* (2012), essas novas condições podem provocar o aumento ou declínio populacional das espécies vegetais nativas pré-estabelecidas, podendo alterar a estrutura e a composição das futuras comunidades florestais.

De forma geral, distúrbios em grande escala, como cortes seletivo e fragmentação, incêndios, deslizamentos de terra e inundações de rios, exercem grande influência sobre a dinâmica da floresta e, como resultado, na composição e estrutura das comunidades florestais (WHITMORE; BURSLEM, 1998).

O fragmento estudado está localizado nas margens do reservatório da UHE Garibaldi, no Rio Canoas (Figura 2), em um trecho localizado no município de São José do Cerrito, SC, e foi exposto aos efeitos da inundação no mês de junho de 2013, sendo que a vegetação da área inundada não foi suprimida (área em azul na Figura 2), com o intuito de formar abrigo para ictiofauna, decisão resultante de acordo firmado entre a empresa e o órgão ambiental. Dessa forma, o fragmento remanescente foi exposto a uma nova condição de contato com a lâmina d'água e à flutuação do nível do reservatório.

Figura 2. Trecho do fragmento florestal estudado nas margens do Rio Canoas (área destacada em vermelho), município de São José do Cerrito, SC, com ilustração do reservatório formado pela UHE Garibaldi.



Fonte: Adaptado de Rio Canoas Energia, 2013.

Partindo do exposto e tendo em vista a potencial perda de biodiversidade causada pela formação de reservatórios para a geração de energia elétrica e a lacuna de informações científicas sobre as alterações que esses empreendimentos provocam na vegetação arbórea de fragmentos remanescentes, a presente dissertação teve como principal objetivo identificar o impacto do enchimento do reservatório da UHE Garibaldi na composição florístico-estrutural do componente arbóreo de um fragmento em ecótono entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual localizado no município de São José do Cerrito, SC.

Esta dissertação é composta por dois capítulos. O primeiro capítulo aborda informações fitossociológicas e análise do número de árvores mortas nesse fragmento. O segundo capítulo apresenta as taxas de dinâmica da comunidade e das populações de maior densidade, além de abordar a relação de variáveis ambientais com as taxas de dinâmica.

2 IMPACTOS INICIAIS DO RESERVATÓRIO DE UMA UHE SOBRE O COMPONENTE ARBÓREO EM ÁREA ECOTONAL EM SANTA CATARINA

2.1 RESUMO

O estudo foi realizado em uma área ecotonal entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual em Santa Catarina, objetivando identificar o impacto do enchimento do reservatório da UHE Garibaldi na mortalidade de árvores e na composição florístico-estrutural da floresta ciliar adjacente às margens do lago. Um ano após o enchimento do reservatório, foram alocadas 48 parcelas de 200 m² cada, de forma estratificada-sistemática, em três setores do fragmento: adjacente às margens do reservatório, meio da encosta e topo da encosta. Os indivíduos arbóreos nas parcelas com circunferência a altura do peito (CAP) $\geq 15,7$ cm foram identificados e mensurados (CAP), sendo os mortos quantificados. Foram obtidas as coordenadas geográficas de cada parcela. A diversidade foi analisada pelos índices de Shannon e Pielou. A organização florístico-estrutural foi avaliada pelas estimativas fitossociológicas, Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) e teste de Mantel. As variações da mortalidade e da organização florístico-estrutural em função dos setores ambientais foi testada por Modelos Lineares Generalizados (GLMs). Na comunidade foram encontradas 70 espécies, com os valores dos índices de Shannon e Pielou, respectivamente, de 3,10 e 0,73. Os indivíduos mortos obtiveram o segundo maior valor de importância (9,59%), com maior mortalidade no setor inferior ($p < 0,05$), o que pode estar associada à maior proximidade com a lâmina d'água. Houve estruturação espacial na organização da comunidade, porém, a NMDS e modelos GLMs não indicaram diferenciação florístico-estrutural entre os

setores, provavelmente devido ao curto período de exposição aos impactos do enchimento do reservatório.

Palavras-chave: Impacto Ambiental; Floresta Ombrófila Mista; Floresta Estacional Decidual.

2.2 ABSTRACT

This study was conducted in an ecotonal area between Mixed Ombrophilous and Deciduous forests in Santa Catarina, in order to identify the impact of the water reservoir of UHE Garibaldi on the mortality and floristic-structural composition of the tree component in an adjacent riparian forest. One year after the filling of water, 48 200 m² plots were systematically allocated in three sectors: adjacent to water reservoir, intermediate and upper slope sectors. Tree species individuals within plots with circumference at breast height (cbh) $\geq 15,7$ cm were identified and measured (cbh), with the quantification of dead individuals. The geographic coordinates of each plot were obtained. The diversity was analyzed by Shannon and Pielou indices. The floristic-structural organization was evaluated using phytosociological estimates, Non-Metric Multidimensional Scaling (NMDS) and Mantel test. The existence of variations of mortality and floristic-structural organization in function of environmental sectors was tested by Generalized Linear Models (GLMs). In the community, 70 species were surveyed, with the values of Shannon and Pielou indices of 3.10 and 0.73, respectively. The dead trees had the second largest important value (9.59%), with higher mortality in the lower sector ($p < 0.05$), which may be associated with greater proximity to the water surface. There was spatial structure in community organization, however, the NMDS and GLMs showed no floristic-structural differentiation between sectors, probably due to the short period of exposure to the water reservoir impacts.

Keywords: Environmental Impacts; Mixed Ombrophilous Forest; Deciduous Forest.

2.3 INTRODUÇÃO

O bioma Mata Atlântica é considerado um *hotspot* em função da grande diversidade de espécies e alta proporção de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção (MYERS *et al.*, 2000). O estado de Santa Catarina se encontra inserido neste bioma, sendo que as formações ombrófilas ocorrem a leste do estado e as formações estacionais a oeste. A área de estudo se encontra em uma região de transição entre a Floresta Ombrófila Mista (FOM) e Floresta Estacional Decidual (FED), na bacia hidrográfica do Alto Uruguai, a qual apresenta vasto potencial hidrelétrico. Assim, recentemente, usinas hidrelétricas (UHE's) têm sido construídas ao longo de rios na região, ocasionando a supressão da vegetação e a consequente redução de áreas florestais.

A construção destes empreendimentos afeta, sobretudo, as florestas ciliares, ocasionando a redução e, por vezes, o desaparecimento de espécies vegetais e animais (FEARNSIDE, 2001). Com a elevação do nível do rio e formação do reservatório, novas matas ciliares são formadas, pois parte da vegetação que se situava distante do curso d'água fica exposta a um maior encharcamento do solo, provocado pela flutuação do nível de água, resultando em uma seleção de espécies que se adaptam às novas restrições ambientais. Esses ambientes ciliares de reservatórios compreendem locais exclusivos, variando desde sítios métricos, sem influência de cheias, até áreas de depleção, onde as plantas ficam parcial ou totalmente submersas durante o período de cheia (DAVIDE *et al.*, 1996). Assim, a mudança sazonal de habitats aquáticos/terrestre durante o ano cria um estresse sobre as plantas, tendo estas que possuem adaptações para a sobrevivência durante longos

períodos de submersão (JUNK, 1989). Dessa forma, a alteração das espécies com o potencial de colonizar, posteriormente, as margens de reservatórios, pode provocar mudanças significativas na composição florístico-estrutural dos fragmentos remanescentes (FERREIRA *et al.*, 2013).

O presente trabalho buscou identificar o impacto do enchimento do reservatório da UHE Garibaldi na composição florístico-estrutural da floresta ciliar adjacente às margens do lago, um ano após o enchimento. Nessa floresta foram definidos três setores, sendo o primeiro próximo às margens do lago e os demais ao longo da encosta. Como hipótese espera-se que a floresta no setor adjacente às margens do lago apresente maior mortalidade de árvores que os demais setores, pois esta se encontra com maior influência hídrica das cheias. Além disso, espera-se que o maior número de árvores mortas nas margens do reservatório resulte em variação florístico-estrutural entre os setores, processo que representaria o início da substituição de espécies, com a saída daquelas não tolerantes ao estresse hídrico.

2.4 MATERIAS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um remanescente florestal com área de 32 ha localizado no município de São José do Cerrito, SC, em um trecho que compreende o reservatório da UHE Garibaldi, construído no ano de 2013. A área está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Canoas, localizada nas coordenadas centrais de latitude de 27°55'73'' Sul e longitude de 50°95'60'' Oeste e altitude entre 700 e 800 m, apresentando topografia de ondulada a acidentada.

Segundo a classificação do IBGE (2012), a formação florestal é FOM em transição com FED. A área de estudo apresenta estágio sucessional avançado, possuindo grandes exemplares da flora da região. O atual estágio de conservação da área se deve ao fato de, no passado, o proprietário ter optado

pela baixa exploração de espécies madeireiras no remanescente florestal e, atualmente, por parte da área ter sido adquirida pela empresa responsável pela UHE Garibaldi para composição da área de preservação permanente – APP – do lago usina.

O clima regional, segundo Köppen, é do tipo Cfb: mesotérmico úmido, com verão ameno. A temperatura média anual varia de 15,8 a 17,9°C, com precipitação pluviométrica anual de 1.460 a 1.820 mm (EPAGRI, 1999). Os solos predominantes são Nitossolos Háplicos e Cambissolos Húmicos, desenvolvidos de rochas basálticas (EMBRAPA, 2004).

Um ano após o enchimento do reservatório, em agosto de 2014, foram alocadas 48 parcelas permanentes, com 200 m² cada (10 x 20 m), distantes 20 m entre si, de forma estratificada-sistemática, com distância de 30 m entre cada um dos três estratos (Figura 3): adjacente à margem do reservatório, denominado setor inferior (S1), localizado no meio da encosta, chamado de setor intermediário (S2), e no topo do encosta, denominado superior (S3). Dentro das parcelas, todos os indivíduos arbóreos com circunferência a altura do peito (CAP) \geq 15,7 cm foram mensurados, marcados e identificados. Os indivíduos mortos, que não apresentavam mais condução de seiva, porém, que ainda encontravam-se em pé, também foram mensurados e quantificados. As identificações foram realizadas por meio de comparações em herbários e literatura especializada, e as famílias foram classificadas segundo o sistema APG III (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP, 2009). Foram obtidas as variáveis espaciais correspondentes às coordenadas x e y do centro de cada parcela, por meio de um GPS (Sistema de Posicionamento Global).

Figura 3. Localização das unidades amostrais no trecho de floresta ciliar avaliado em São José do Cerrito, SC. Parcelas de 1 a 16 estão no setor inferior, de 17 a 32 no setor intermediário e de 33 a 48 no setor superior.



Fonte: Produção do próprio autor.

A suficiência da amostragem para a área total foi analisada por meio da curva de acumulação de espécies, pelo método de aleatorização, com 1.000 permutações. A diversidade e equabilidade foram avaliadas, respectivamente, pelos índices de Shannon e Pielou (BROWER; ZAR, 1984). A composição florístico-estrutural do componente arbóreo foi avaliada por meio das estimativas fitossociológicas clássicas (MUELLER-DOMBOIS; ELLEMBERG, 1974).

A representação gráfica da variação do número de indivíduos mortos por parcela de cada setor foi realizada por meio de um gráfico do tipo “*box-plot*”. Para verificar a existência de diferença significativa dos números de árvores mortas entre esses setores, foi utilizado um Modelo Linear Generalizado (GLM), com a distribuição de Poisson, considerando os setores como variáveis explicativas categóricas. Em função da variância dos dados ser maior do que a média, resultando em sobredispersão, os erros padrões foram corrigidos por meio de um modelo *quasi*-GLM, em que a variância é dada por $\phi \times \mu$, sendo que μ representa a média e

ϕ o parâmetro de dispersão (ZUUR et al., 2009). Para determinar se a organização florístico-estrutural apresentava estruturação espacial, realizou-se o teste de Mantel. A ordenação florístico-estrutural da comunidade foi realizada por meio do Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS). Para verificar a existência de variações florístico-estruturais entre os setores, foram ajustados modelos lineares generalizados, de acordo com a metodologia proposta por Wang *et al.* (2012), tendo como variáveis dependentes as abundâncias das espécies e como variáveis independentes, os diferentes setores. Considerando que muitas espécies apresentam poucos indivíduos, considerou-se a distribuição binomial negativa para os modelos. A matriz de abundância de espécies por parcelas passou por uma transformação de Hellinger, com o propósito de reduzir a assimetria entre as espécies mais abundantes e raras (LEGENDRE; LEGENDRE, 2012). A adequabilidade de todos os modelos ajustados foi verificada por meio da análise gráfica dos resíduos para verificar a normalidade e a heterocedasticidade de suas distribuições.

Todas as análises foram realizadas no programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014), utilizando as bibliotecas *vegan* (OKSANEN et al., 2014), para a curva de acumulação de espécies, teste de Mantel e NMDS; e *mvabund* (WANG et al., 2014), para os ajustes de modelos lineares generalizados.

2.5 RESULTADOS

Foram registrados 1.505,21 ind.ha⁻¹ (indivíduos arbóreos vivos e mortos), os quais representam a área basal de 30,60 m².ha⁻¹. Excluindo-se a área basal dos indivíduos mortos (3,772 m².ha⁻¹), o valor de área basal foi reduzido para 26,828 m².ha⁻¹. Os indivíduos amostrados estão distribuídos em 70 espécies arbóreas, 56 gêneros e 32 famílias botânicas (Tabela 1). 14

indivíduos não foram identificados devido à ausência de folhas. As famílias que apresentaram maior riqueza de espécies foram Myrtaceae (nove), Fabaceae (nove), Lauraceae (seis), Sapindaceae (quatro) e Salicaceae (quatro) e os gêneros com maior riqueza foram *Eugenia* (quatro), *Casearia* (três), *Ocotea* (três), *Solanum* (três), *Allophylus* (dois), *Annona* (dois), *Campomanesia* (dois), *Nectandra* (dois), *Sebastiania* (dois) e *Zanthoxylum* (dois).

Tabela 1. Composição florístico-estrutural de um remanescente florestal localizado em área de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual em São José do Cerrito, SC, classificados por seu Valor de Importância (VI, em %).

Espécies	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VI
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Nederl.	331,25	22,01	2,675	8,74	89,58	7,36	12,70
Indivíduos mortos	152,08	10,10	3,772	12,33	77,08	6,34	9,59
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	128,13	8,51	2,747	8,98	77,08	6,34	7,94
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	91,67	6,09	3,496	11,43	66,67	5,48	7,67
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	138,54	9,20	1,581	5,17	45,83	3,77	6,05
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	67,71	4,50	1,654	5,41	62,50	5,14	5,01

Espécies	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VI
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	56,25	3,74	1,664	5,44	58,33	4,79	4,66
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	64,58	4,29	0,705	2,30	60,42	4,97	3,85
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	10,42	0,69	2,029	6,63	18,75	1,54	2,95
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	17,71	1,18	1,258	4,11	27,08	2,23	2,50
<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. ex Benth.	35,42	2,35	0,661	2,16	33,33	2,74	2,42
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	22,92	1,52	0,964	3,15	31,25	2,57	2,41
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	12,50	0,83	1,246	4,07	18,75	1,54	2,15
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	22,92	1,52	0,527	1,72	27,08	2,23	1,82
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer	25,00	1,66	0,172	0,56	37,50	3,08	1,77
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	27,08	1,80	0,466	1,52	22,92	1,88	1,74
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	20,83	1,38	0,479	1,56	27,08	2,23	1,72
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	15,63	1,04	0,461	1,51	27,08	2,23	1,59
Indivíduos não identificados	14,58	0,97	0,366	1,20	27,08	2,23	1,46

Espécies	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VI
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	14,58	0,97	0,493	1,61	20,83	1,71	1,43
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	12,50	0,83	0,099	0,32	22,92	1,88	1,01
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	20,83	1,38	0,117	0,38	12,50	1,03	0,93
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	9,38	0,62	0,125	0,41	18,75	1,54	0,86
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	7,29	0,48	0,249	0,81	12,50	1,03	0,77
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	8,33	0,55	0,135	0,44	14,58	1,20	0,73
<i>Eugenia subterminalis</i> DC.	8,33	0,55	0,106	0,35	14,58	1,20	0,70
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	9,38	0,62	0,084	0,28	14,58	1,20	0,70
<i>Strychnos brasiliensis</i> Mart.	9,38	0,62	0,058	0,19	12,50	1,03	0,61
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	8,33	0,55	0,078	0,26	12,50	1,03	0,61
<i>Eugenia uniflora</i> L.	7,29	0,48	0,059	0,19	12,50	1,03	0,57
<i>Inga virescens</i> Benth.	6,25	0,42	0,126	0,41	10,42	0,86	0,56
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	7,29	0,48	0,098	0,32	10,42	0,86	0,55
<i>Banara tomentosa</i> Clos	8,33	0,55	0,048	0,16	10,42	0,86	0,52

Espécies	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VI
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	5,21	0,35	0,142	0,46	8,33	0,68	0,50
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	6,25	0,42	0,067	0,22	10,42	0,86	0,50
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	5,21	0,35	0,087	0,28	10,42	0,86	0,50
<i>Randia ferox</i> (Cham. & Schltl.) DC.	6,25	0,42	0,108	0,35	8,33	0,68	0,48
<i>Allophylus guaraniticus</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	7,29	0,48	0,028	0,09	10,42	0,86	0,48
<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	4,17	0,28	0,118	0,39	8,33	0,68	0,45
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	6,25	0,42	0,020	0,07	10,42	0,86	0,45
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	2,08	0,14	0,241	0,79	4,17	0,34	0,42
<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén ex Malme	6,25	0,42	0,073	0,24	6,25	0,51	0,39
<i>Bauhinia forficata</i> Link	5,21	0,35	0,017	0,05	8,33	0,68	0,36
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	5,21	0,35	0,047	0,15	6,25	0,51	0,34
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	2,08	0,14	0,085	0,28	4,17	0,34	0,25

Espécies	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VI
<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	3,13	0,21	0,011	0,03	6,25	0,51	0,25
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	2,08	0,14	0,080	0,26	4,17	0,34	0,25
<i>Senegalia bonariensis</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger	5,21	0,35	0,014	0,05	4,17	0,34	0,25
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	3,13	0,21	0,039	0,13	4,17	0,34	0,23
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	2,08	0,14	0,056	0,18	4,17	0,34	0,22
<i>Phytolacca dioica</i> L.	1,04	0,07	0,122	0,40	2,08	0,17	0,21
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	2,08	0,14	0,044	0,15	4,17	0,34	0,21
<i>Acca sellowiana</i> (O.Berg) Burret	2,08	0,14	0,044	0,14	4,17	0,34	0,21
<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal	2,08	0,14	0,042	0,14	4,17	0,34	0,21
<i>Dasyphyllum spinescens</i> (Less.) Cabrera	2,08	0,14	0,041	0,13	4,17	0,34	0,20
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	3,13	0,21	0,015	0,05	4,17	0,34	0,20
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	3,13	0,21	0,012	0,04	4,17	0,34	0,20

Espécies	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VI
<i>Aspidosperma australe</i> Müll.Arg.	2,08	0,14	0,026	0,09	4,17	0,34	0,19
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	2,08	0,14	0,077	0,25	2,08	0,17	0,19
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A.St.-Hil. & Tul.	2,08	0,14	0,008	0,03	4,17	0,34	0,17
<i>Clethra scabra</i> Pers.	1,04	0,07	0,044	0,14	2,08	0,17	0,13
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H.Rob.	1,04	0,07	0,035	0,12	2,08	0,17	0,12
<i>Solanum compressum</i> L.B.Sm. & Downs	2,08	0,14	0,009	0,03	2,08	0,17	0,11
<i>Alsophila setosa</i> Kaulf.	1,04	0,07	0,013	0,04	2,08	0,17	0,09
<i>Baccharis semiserrata</i> DC.	1,04	0,07	0,008	0,03	2,08	0,17	0,09
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	1,04	0,07	0,008	0,02	2,08	0,17	0,09
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	1,04	0,07	0,005	0,01	2,08	0,17	0,09
<i>Helietta apiculata</i> Benth.	1,04	0,07	0,004	0,01	2,08	0,17	0,08
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	1,04	0,07	0,003	0,01	2,08	0,17	0,08

Espécies	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VI
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	1,04	0,07	0,003	0,01	2,08	0,17	0,08
<i>Sambucus australis</i> Cham. & Schltdl.	1,04	0,07	0,002	0,01	2,08	0,17	0,08
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	1,04	0,07	0,002	0,01	2,08	0,17	0,08
Totais	1505,21	100,0	30,60	100,0	-	100,0	100,0

DA= densidade absoluta (ind.ha⁻¹); DR= densidade relativa (%); DoA= dominância absoluta (m².ha⁻¹); DoR = dominância relativa (%); FA = frequência absoluta (%); FR = frequência relativa (%).

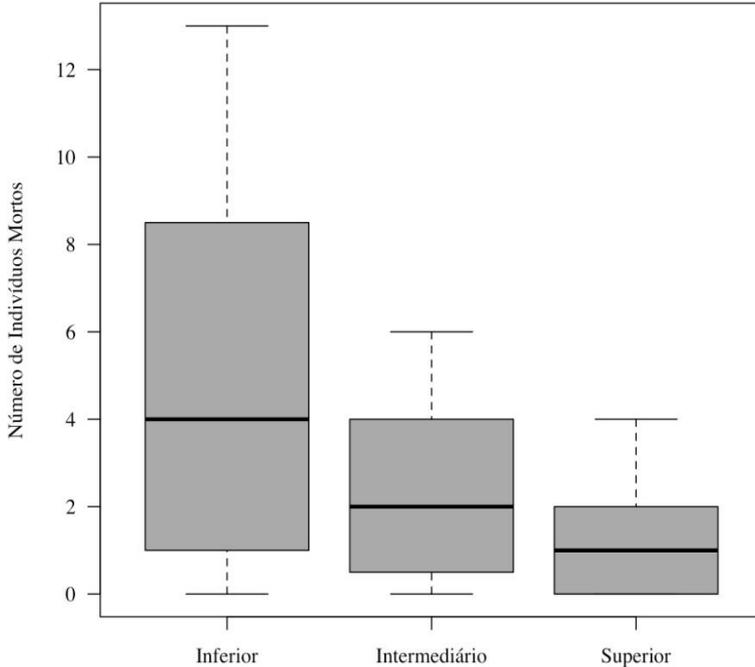
Fonte: Produção do próprio autor.

De acordo com a curva de acumulação de espécies, com a inclusão das últimas cinco parcelas (10% da área amostrada), obteve-se um aumento de apenas 1,24% na riqueza de espécies. Os valores de diversidade e equabilidade foram: $H' = 3,10$ e $J' = 0,73$. As espécies com maior Valor de Importância (VI) foram: *Allophylus edulis* (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl. (12,70%), indivíduos mortos (9,59%), *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez (7,94%), *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (7,67%), *Styrax leprosus* Hook. & Arn. (6,05%) e *Cupania vernalis* Cambess. (5,01%). Quando somados, o valor de VI das dez espécies mais importantes foi de 62,93%. Dessa forma, pode-se afirmar que dois terços da importância das espécies arbóreas estão contidos em apenas 13,89% das espécies registradas. Do total de espécies registradas, doze classificam-se como raras, cada qual contando com apenas um registro de ocorrência na área amostrada. Nesse caso, a classificação de espécie rara seguiu o critério estabelecido por Martins (1991), que considerou raras aquelas espécies representadas com apenas um indivíduo na

amostragem, considerando apenas o conceito numérico, não necessariamente sendo rara do ponto de vista biológico para a área (FIGUEIREDO, 1993; HACK *et al.*, 2005).

Destaca-se a alta densidade, dominância e frequência absolutas de indivíduos mortos, com 152,08 ind.ha⁻¹, 3,772 m².ha⁻¹ e 77,08%, respectivamente, ocupando a segunda posição em VI. O número total de árvores mortas foi relativamente alto, totalizando 146 indivíduos, com maior valor no setor inferior (81), que se encontra mais próximo do reservatório e, conseqüentemente, com o solo mais encharcado, seguido pelo setor intermediário (39) e pelo setor superior (26). Nesse sentido, a variação numérica das árvores mortas entre os três setores (Figura 4) resultou em diferença significativa entre os setores ($p = 0,002$), sendo que o setor inferior diferiu dos demais ($p = 0,024$ para a comparação com o setor intermediário e $p = 0,003$ para a comparação com o setor superior).

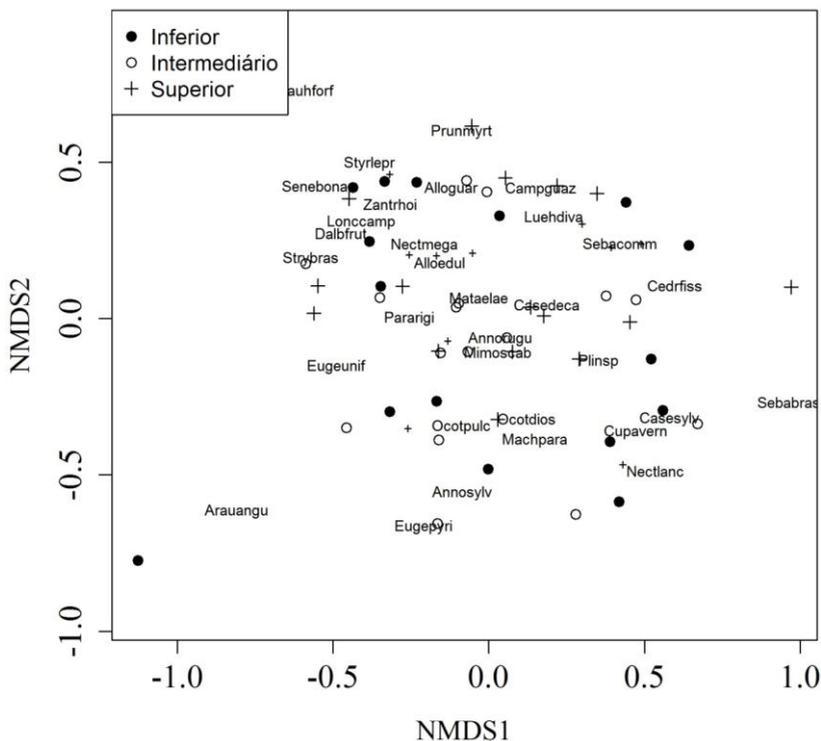
Figura 4. Gráfico “*box-plot*” indicando a variação do número de indivíduos mortos por parcela de cada setor em uma área ecotonal de Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual, São José do Cerrito, SC.



Fonte: Produção do próprio autor.

O teste de Mantel apresentou resultado de $r = 0,2979$ ($p = 0,001$), indicando estruturação espacial na organização da comunidade. O diagrama de ordenação da NMDS (Figura 5) indica a não ocorrência de variações na composição florístico-estrutural entre os três setores estudados, confirmado pela função *mvabund* ($p = 0,371$).

Figura 5. Ordenação produzida pela NMDS (Escalonamento Multidimensional Não-métrico) das parcelas e espécies amostradas em um fragmento florestal de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual, em São José do Cerrito, SC.



Fonte: Produção do próprio autor.

2.6 DISCUSSÃO

O valor de área basal encontrado no presente estudo ($26,828 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$, excluindo-se os indivíduos mortos) está abaixo do esperado para a região para áreas florestais em estágio sucessional avançado. Esse valor é inferior ao observado por Herrera *et al.* (2009) ($31,4 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$), Higuchi *et al.* (2012) ($36,45 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$), Silva *et al.* (2012) ($35,54 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$) e Higuchi *et*

al. (2013) ($34,8 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) em áreas de FOM, e ao de Souza *et al.* (2015) ($32,32 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) em transição de FOM e FED. Assim, o resultado observado sugere a existência de impacto do lago da hidrelétrica sobre a estrutura da floresta.

A riqueza de espécies e famílias registrada na área de estudo pode ser considerada intermediária quando comparada a outros estudos realizados na região. De acordo com Jarenkow e Budke (2009), em um estudo que compilou e analisou os padrões florísticos e estruturais de trabalhos referentes a 38 áreas, realizados por diversos autores na Floresta Ombrófila Mista do Sul e Sudeste do Brasil, a riqueza de espécies variou de 23 a 127 espécies amostradas. Jarenkow e Waechter (2001), estudando a composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Município de Vale do Sol no Rio Grande do Sul, encontraram menor riqueza para essa fitofisionomia: 55 espécies, distribuídas em 46 gêneros e 23 famílias. Souza *et al.* (2015), em área transicional entre FOM e FED, encontraram riqueza semelhante ao do presente estudo, de 63 espécies.

As famílias de maior riqueza no presente estudo estão de acordo com outros estudos na região, como de Herrera *et al.* (2009) e Klauberg *et al.* (2010), que tiveram a maior riqueza nas famílias Myrtaceae e Lauraceae. Em relação ao estudo de Souza *et al.* (2015) em área transicional, a maioria das famílias de maior riqueza foram similares, com exceção de Rutaceae: Myrtaceae (11), Rutaceae (seis), Fabaceae (cinco), Lauraceae (quatro) e Sapindaceae (quatro). Esses resultados indicam que a florística da área, apesar das alterações estruturais, está dentro do esperado para a região.

Considerando a relação das espécies encontradas, observa-se o caráter ecotonal da área, uma vez que ocorreram táxons característicos tanto de FOM quanto de FED. *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, *Lonchocarpus campestris* Mart. ex Benth., *Luehea divaricata* Mart. & Zucc., *Machaerium paraguariense* Hassl., *Actinostemon concolor*

(Spreng.) Müll.Arg., *Cedrela fissilis* Vell., *Helietta apiculata* Benth., *Myrocarpus frondosus* Allemão, dentre outras, constituem-se em espécies de ocorrência em FED (KLEIN, 1972; 1978; SCHORN *et al.*, 2014; GASPER, *et al.*, 2015). Já *Araucaria angustifolia*, *Matayba elaeagnoides* Radlk., *Ocotea pulchella* Mart., *Nectandra lanceolata* Nees, *Casearia decandra* Jacq., *Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme, *Dicksonia sellowiana* Hook., entre outras, ocorrem preferencialmente em FOM (Klein, 1978; VIBRANS *et al.*, 2008; GASPER *et al.*, 2015).

A curva de acumulação de espécies demonstrou que a amostragem foi adequada para a caracterização florística, pois esta tendeu a estabilidade e, com o aumento de 10% da área amostral, houve um acréscimo de espécies abaixo de 5%. Segundo os critérios de Kersten e Galvão (2011), portanto, a suficiência amostral foi atingida.

Com relação ao valor do índice de diversidade de Shannon encontrado no presente estudo ($H' = 3,10$), a diversidade pode ser considerada de média à elevada quando comparada a valores encontrados em outros trabalhos. Segundo Jarenkow e Budke (2009), diversos estudos realizados na FOM do Sul e Sudeste do Brasil indicaram estimativas do H' situando-se entre 2,25 a 3,54 nats.ind^{-1} . Souza *et al.* (2015), em área transicional de FOM e FED, encontraram valor inferior, de $H' = 2,78$. Em relação ao resultado obtido para a equabilidade de Pielou ($J = 0,73$), pode-se constatar que a dominância ecológica de espécies foi de média a baixa, uma vez que valores mais próximos de 1 refletem dominância menor e valores mais próximos de 0 indicam maior dominância. Jarenkow e Waechter (2001) obtiveram uma equabilidade inferior, de 0,56 em FED, indicando elevada dominância ecológica. Em área transicional, Souza *et al.* (2015) obtiveram valor semelhante ao do presente estudo (0,67).

Allophylus edulis obteve destaque na comunidade que pode ser atribuído, principalmente, à elevada densidade e frequência da espécie. No entanto, maior dominância, com elevada área basal, foi obtido pelo conjunto de indivíduos mortos, pela *Nectandra megapotamica* e pela *Araucaria angustifolia*, de maiores portes. A elevada importância de poucas espécies, em contrapartida com a elevada ocorrência de espécies raras, é um padrão comum em florestas naturais, como pode ser observado em outros estudos na região, como de Silva *et al.* (2012) em FOM e Jarenkow e Waechter (2001) em FED.

Considerando que áreas ripárias são particularmente sensíveis a alterações do ciclo hidrológico e são consideradas boas indicadoras de mudanças ambientais provocadas por reservatórios de represas (NILSSON; BERGGREN, 2000), a elevada mortalidade de indivíduos, especialmente no setor inferior, provavelmente está associada à proximidade com a lâmina d'água. Estas áreas de contato ficam expostas a uma nova condição de encharcamento do solo, com baixa disponibilidade de oxigênio para as raízes, gerando estresse às espécies arbóreas não adaptadas (NILSSON; BERGGREN, 2000). Assim, infere-se que um ano após o enchimento do reservatório, foi possível observar a interferência deste na estrutura da comunidade, por meio da maior mortalidade no setor inferior.

Com relação à estruturação espacial da organização da comunidade, as parcelas espacialmente mais próximas são também mais parecidas do ponto de vista florístico-estrutural. Porém, esta estruturação espacial não esteve associada com os setores de distância do reservatório, pois não foram encontradas variações florístico-estruturais de acordo com a NMDS e a função *mvabund*. Possivelmente, existem outras condições ecológicas que imprimem este padrão de dependência espacial.

Dessa forma, pode-se verificar que mudanças estruturais provavelmente começaram a ocorrer um ano após o

enchimento do reservatório, imprimidas pelas variações em mortalidade entre os setores, porém, ainda não houve tempo suficiente para que mudanças florísticas ocorressem. Para alterações florísticas, é necessário um processo ao longo do tempo de mortalidade, já iniciado, aliado à colonização de novas espécies adaptadas às novas condições ambientais.

Esse resultado é contrário ao obtido em estudo semelhante (SOUZA et al., 2015), em um trecho de floresta ecotonal entre FOM e FED, às margens de um reservatório UHE, em que os autores constataram variação na composição florístico-estrutural ao longo de uma topossequência adjacente ao reservatório. Provavelmente, o padrão diferenciado observado por Souza et al. (2015) se deu devido ao maior tempo de enchimento do reservatório, uma vez que o inventário realizado por eles foi oito anos após o enchimento.

2.7 CONCLUSÃO

Houve elevada representatividade de indivíduos mortos, especialmente no setor inferior, sugerindo a existência de impacto na estrutura florestal sob influência direta do reservatório. Apesar disso, não houve variação da composição florístico-estrutural entre os setores. Essa condição pode ser atribuída ao curto período de exposição da área ao enchimento do reservatório, onde o filtro ambiental causado por esse impacto ainda não imprimiu as mudanças esperadas, necessitando, dessa forma, da continuidade do acompanhamento da dinâmica da vegetação ao longo do tempo, a fim de aferir sobre as possíveis mudanças na comunidade.

2.8 REFERÊNCIAS

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and

families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.161, n.2, p.105-121, 2009.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field and laboratory methods for general ecology**. Dubuque: Wm. C. Brown Pub.,1984. 226p.

DAVIDE, A. C. et al. Comportamento de espécies florestais de mata ciliar em área de depleção do reservatório da Usina Hidrelétrica de Camargos – Itutinga, MG. **Cerne**, v.2, n.1, p.20-40, 1996.

EPAGRI. **Zoneamento agroecológico e socioeconômico do estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, 1999. 1010p.

EMBRAPA. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 726p.

FEARNSIDE, P. M. Environmental impacts of Brazil's Tucuruí Dam: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. **Environmental Management**, v.27, n.3, p.377-396, 2001.

FERREIRA, L. V. et al. Impacts of hydroelectric dams on alluvial riparian plant communities in eastern Brazilian Amazonian. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.85, n.3, p.1013-1023, 2013.

FIGUEIREDO, N. **Estudo fitossociológico em uma floresta mesófila semidecídua secundária na Estação Experimental de Angatuba, município de Angatuba, SP**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Estadual de Campinas. 1993.

GASPER, A. L.; UHLMANN, A.; VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L. Variação da estrutura da floresta estacional decidual no estado de santa Catarina e as relação com a altitude e clima. **Ciência Florestal**, v. 25, n.1, p.77 – 89, 2015.

HACK, C.; LONGHI, S. J.; BOLIGON, A. A.; MURARI, A. B.; PAULESKI, D. T. Análise Fitossociológica de um fragmento de floresta estacional decidual no município de Jaguari, RS. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p.1083 – 1091, 2005.

HERRERA, H. A. R. et al. Análise florística e fitossociológica do componente arbóreo da Floresta Ombrófila Mista presente na Reserva Florestal Embrapa/Epagri, Caçador, SC – Brasil. **Floresta**, v.39, n.3, p.485-500, 2009.

HIGUCHI, P. et al. Influência de variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florístico do componente arbóreo, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, SC. **Ciência Florestal**, v.22, n.1, p.79-90, 2012.

HIGUCHI, P. et al. Florística e estrutura do componente arbóreo e análise ambiental de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana no município de Painei, SC. **Ciência Florestal**, v.23, n.1, p.153-164, 2013.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. 271p.

JARENKOW, J. A.; WAECHTER, J. L. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.3, p.263-272, 2001.

JARENKOW, J. A.; BUDKE, J. C. Padrões florísticos e análise estrutural de remanescentes florestais com *Araucaria angustifolia* no Brasil. In: FONSECA, C. S. D. et al. (Eds.). **Floresta com Araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável**. Ribeirão Preto: Holus, 2009. p.113-126.

JUNK, W. J. Flood tolerance and tree distribution in central Amazonia. In: HOLM-NIELSEN, L. B.; NIELSEN, I. C.; BALSLEV, H. (Eds.). **Tropical Forest Botanical Dynamics**. London: Academic Press, 1989. p.47-64.

KERSTEN, R. A.; GALVÃO, F. Suficiência amostral em inventários florísticos e fitossociológicos. In: FELFILI, J. M. et al. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa: Editora UFV, 2011. p.153-176.

KLEIN, R. M. Árvores nativas da floresta subtropical do Alto Uruguai. **Sellowia**, Itajaí, v. 24, p. 9-62, 1972.

KLEIN, R.M. Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina. In: Reitz, R. (ed.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí. Herbário Barbosa Rodrigues. 1978.

KLAUBERG, C. et al. Florística e estrutura de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Planalto Catarinense. **Biotemas**, v.23, n.1, p.35-47, 2010.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. F. J. **Numerical ecology**. Amsterdam: Elsevier, 2012. 852p.

MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: UNICAMP, 1991. 246p.

MULLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974. 547p.

MYERS, N. MYERS, N. MITTERMEIER, A. R.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, n.6772, p.853-858, 2000.

NILSSON, C.; BERGGREN, K. Alterations of riparian ecosystems caused by river regulation. **Bioscience**, v.50, n.9, p. 783-792, 2000.

OKSANEN, J. et al. **Vegan**: Community ecology package. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/>> Acesso em: 11 nov. de 2014.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Disponível em: <<http://www.r-project.org/>> Acesso em: 11 nov. de 2014.

ROBERTS, D. W. **Labdsv**: ordination and multivariate analysis for ecology. R package version 1.6-1. Disponível em: <<http://CRAN.Rproject.org/package=labdsv>> Acesso em: 11 nov. de 2014.

SCHORN, L. A.; MEYER, L.; SEVEGNANI, L.; VIBRANS, A. C.; VANESSA, D.; GASPER, L. A. L.; UHLMANN, A.; VERDI, M.; STIVAL-SANTOS, A. Fitossociologia de fragmentos de floresta estacional decidual no estado de santa catarina – brasil. **Ciência Florestal**, v. 24, n.4, p.821 – 831, 2014.

SILVA, A. C. et al. Relações florísticas e fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Mista Montana Secundária em Lages, Santa Catarina. **Ciência Florestal**, v.22, n.1, p.193-206, 2012.

SOUZA, K. et al. Estrutura e estratégias de dispersão do componente arbóreo de uma floresta subtropical ao longo de uma topossequência no alto-uruguai. **Scientia Forestalia**, no prelo, previsão de publicação junho/2015.

VIBRANS, A. C.; UHLMANN, A.; SEVEGNANI, L.; MARCOLIN, M.; NAKAJIMA, N.; GRIPPA, C. R.; BROGNI, E.; GODOY, M. B. Ordenação dos dados de estrutura da floresta ombrófila mista partindo de informações do inventário florístico-florestal de santa Catarina: resultados de estudo piloto. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 4, p.511 – 523, 2008.

WANG, Y. et al. Mvabund—an R package for model-based analysis of multivariate abundance data. **Methods in Ecology and Evolution**, v.3, n.3, p.471-474, 2012.

WANG, Y. et al. **Mvabund**: statistical methods for analysing multivariate abundance data. R package version 3.9.3. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=mvabund>> Acesso em: 11 nov. de 2014.

ZUUR, A. et al. **Mixed effects models and extensions in ecology with R**. Amsterdam: Springer Science & Business Media, 2009. 574p.

3 DINÂMICA DO COMPONENTE ARBÓREO E RELAÇÃO COM VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM UM FRAGMENTO NAS MARGENS DE UM RESERVATÓRIO EM SANTA CATARINA

3.1 RESUMO

O presente estudo teve como objetivo investigar o impacto do enchimento do reservatório de uma usina hidrelétrica sobre as taxas de dinâmica do componente arbóreo em uma floresta adjacente. Para isso, foram alocadas 48 parcelas de 200 m² cada, de forma estratificada-sistemática, em três setores do fragmento: adjacente às margens do reservatório, meio da encosta e topo da encosta. Um ano após o enchimento do reservatório, todos os indivíduos arbóreos com circunferência a altura do peito (CAP) $\geq 15,7$ cm foram avaliados (identificados e mensurados) e dois anos após o enchimento foi realizado o estudo de dinâmica, com as árvores sobreviventes remedidas, as mortas quantificadas e as recrutas incorporadas ao levantamento. Em cada parcela, foi realizado o levantamento das variáveis ambientais edáficas, topográficas, de abertura do dossel e de impacto ambiental. Foram calculadas as taxas de dinâmica, sendo estas comparadas entre os setores. Para ordenação das variáveis ambientais, foi aplicada uma Análise de Componentes Principais (PCA), e a influência de gradientes ambientais sobre as taxas demográficas da comunidade foi verificada por meio de regressão logística. A dinâmica apresentou estabilidade na riqueza e em número de indivíduos, porém, com maior ganho (3,64%.ano⁻¹) que perda (1,62%.ano⁻¹) em área basal. Entre os setores houve distinções, sendo o setor 1 caracterizado pela maior taxa de perda em área basal (2,51%.ano⁻¹). Houve pouca relação das taxas de dinâmica com as variáveis ambientais analisadas, indicando que a maior influência encontrada sobre o crescimento das árvores está associada a variáveis não

utilizadas nas análises, como a influência do reservatório. Assim, o presente estudo indica que, dois anos após o enchimento do reservatório, foi possível perceber os primeiros efeitos do enchimento do lago da hidrelétrica na comunidade arbórea.

Palavras-chave: Dinâmica Florestal; Influência ambiental; Impacto de Reservatório.

3.2 ABSTRACT

We aimed to investigate the impact of the water reservoir of a hydroelectric power station on the tree component dynamics in an adjacent forest. For this, we allocated 48 200 m² plots, through stratified systematic sampling, in three sectors: bottom, adjacent to water reservoir, middle slope and upper slope. One year after the water filling, we measured (circumference at breast height – cbh) and identified all trees with $cbh \geq 15,7$ cm, followed by the dynamics study in the next year, with the re-measurement of survival trees and quantification of mortality and recruitment. In each plot, we evaluated environmental variables (edaphics, topographics and environmental impacts). We determined the dynamics rates that were compared among topographic sectors. We applied a Principal Component Analysis (PCA) to the ordination of environmental variables and analyzed the the influence of environmental gradients on community demographics rates through logistic regression. The dynamics presented richness and number of individuals stability, but a greater basal area gain ($3.64\% \cdot \text{year}^{-1}$) than loss ($1.62\% \cdot \text{year}^{-1}$). There were differences among sectors, with a greater loss in bottom sector ($2.51\% \cdot \text{year}^{-1}$) than others. There was a weak relation between analyzed environmental variables, suggesting that trees development is mostly related to non-measured variables, such as the reservoir influence. Thus, the present study indicates

that, two years after the water filling, it is possible to detect the short-term impacts of the reservoir of hydroelectric power station on tree community.

Key-words: Forest dynamics; environmental variables; Reservoir impact.

3.3 INTRODUÇÃO

O Estado de Santa Catarina está totalmente inserido no Bioma Mata Atlântica e é composto por diversas fitofisionomias, sendo que na porção centro-oeste há predominância da Floresta Ombrófila Mista (FOM), que entra em contato com a Floresta Estacional Decidual (FED) (IBGE, 2012), acompanhando os vales dos rios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai. Essa bacia compreende um amplo território, no qual está inserida a sub-bacia hidrográfica do Rio Canoas.

Nos últimos anos, devido à demanda energética do país, os rios da região têm recebido empreendimentos hidrelétricos, cujos reservatórios de água comumente ocasionam uma redução e exposição de fragmentos florestais remanescentes a uma nova condição ambiental, caracterizada pela proximidade dos reservatórios de água. Assim, o estresse ocasionado por essa exposição recente a uma condição de maior encharcamento do solo pode afetar a composição florístico-estrutural da vegetação arbórea ao longo do tempo.

Alguns estudos abordam os efeitos imediatos sobre a vegetação ligados às atividades de construção dos reservatórios (e.g. DAVIDE *et al.*, 1996; LYTLE e POFF, 2004; GUSSON *et al.*, 2012; VALE *et al.*, 2014), porém, os efeitos graduais temporais são muito pouco estudados, apesar de poderem ser bastante importantes (KILCA *et al.*, 2011; NILSSON e BERGGREN, 2000). Dentre os poucos estudos que abordam os impactos ao longo do tempo do enchimento de reservatórios,

destaca-se os de Nilsson e Berggren (2000), que estudaram as mudanças ecológicas em um contexto global, e Vale *et al.* (2013) e Lopes *et al.* (2015) em Florestas Decíduas e Semidecíduas no sudeste do Brasil.

Considerando que diferentes fitofisionomias podem responder de forma distinta aos efeitos dos enchimentos de reservatórios, para maior compreensão desses impactos e entendimento de como esses afetam a vegetação de áreas em ecótonos de FOM e FED, são necessárias investigações nessas regiões. Dessa forma, o presente trabalho buscou identificar se as taxas de dinâmica do componente arbóreo podem estar refletindo o impacto do enchimento do reservatório da UHE Garibaldi, em uma floresta adjacente às margens do lago, dois anos após o enchimento, e se estas se relacionam às variáveis ambientais da área. Nessa floresta foram definidos três setores, sendo o primeiro às margens do lago e os demais seguindo a encosta. Como hipótese espera-se que as taxas de dinâmica no setor adjacente às margens do lago apresentem padrões diferenciados quando comparadas com os demais setores, pois este se encontra com maior influência hídrica. Além disso, espera-se que as variáveis ambientais mensuradas no setor adjacente ao lago tenham influência significativa nas taxas de dinâmica e difiram quando comparadas com os demais setores, o que poderia representar uma resposta ao distúrbio causado pelo enchimento do reservatório.

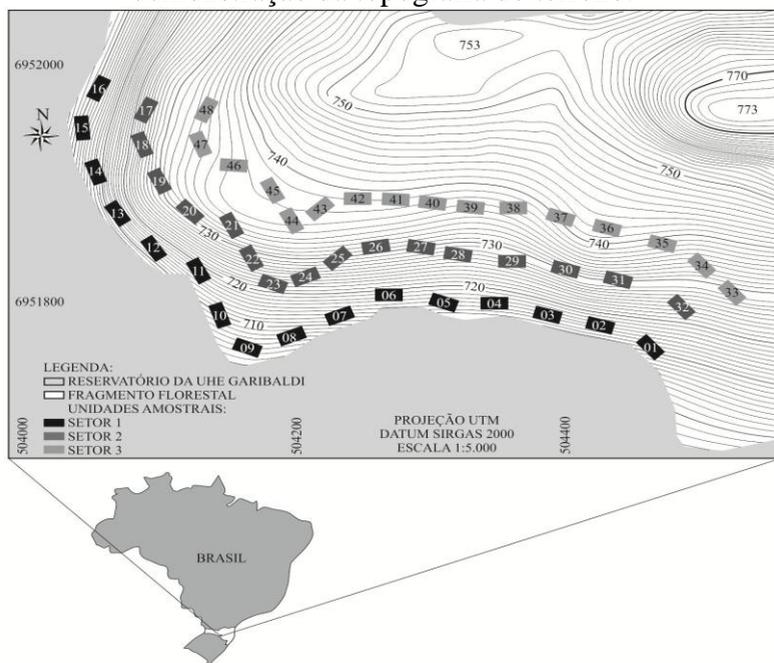
3.4 MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se em um fragmento florestal situado nas margens do reservatório da UHE Garibaldi, em um trecho localizado no município de São José do Cerrito, SC. A UHE Garibaldi foi construída no ano de 2013, formando um lago de 26,79 km² no Rio Canoas, o qual está inserido na Bacia Hidrográfica de mesmo nome. A cota (altitudinal) de inundação do lago, inicialmente autorizada pela ANEEL sem

deplecionamento, foi de 705 m, sendo o limite do nível *maximorum* estabelecido em 713 m (ANEEL, 2010). Porém, no segundo semestre de 2014, devido à alta demanda de produção de energia no país, foi autorizado um ganho de utilização do reservatório, sendo considerada, desde então, a cota de geração a partir de 702,5 m, permitindo um deplecionamento de 2,5 m.

O fragmento estudado (Figura 6) está localizado a uma latitude de 27°55'73''S e longitude de 50°95'60''O, situado a aproximadamente 17 km a montante do local de barramento do rio a uma altitude de 700 a 800 m. A topografia é de ondulada a acidentada.

Figura 6. Localização das unidades amostrais no fragmento avaliado em São José do Cerrito, SC, com demonstração da topografia do terreno.



Fonte: Produção do próprio autor.

Cabe ressaltar que o setor inferior apresenta as menores cotas quando comparado com os demais. Apesar disso, ainda assim possui considerável declividade em algumas parcelas, uma vez que fazia parte da encosta e que tornou-se ambiente ciliar somente após o enchimento do reservatório.

A formação florestal encontrada é a Floresta Ombrófila Mista em transição com a Floresta Estacional Decidual (IBGE, 2012). A área de estudo apresenta estágio sucessional avançado, possuindo exemplares da flora da região de grande porte, como *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez, *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, *Cedrella fissilis* Vell., *Cupania vernalis* Cambess. e *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Sm. & Downs.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo mesotérmico úmido com verão ameno (Cfb), com temperatura média anual variando de 15,8 a 17,9°C e com precipitação pluviométrica total anual de 1.460 a 1.820 mm (EPAGRI, 1999). Os solos predominantes na região são Nitossolos Háplicos e Cambissolos Húmicos, desenvolvidos a partir de rochas basálticas (EMBRAPA, 2004).

Dois anos após o enchimento do reservatório, ocorrido em 2013, e um ano após a primeira medição, realizada em 2014 (primeiro capítulo desta dissertação), foi realizado o segundo levantamento florístico-estrutural (em 2015) nas 48 unidades amostrais alocadas. Cada unidade amostral possui 200 m², as quais haviam sido distribuídas de forma estratificada-sistemática, considerando três estratos, obedecendo à topografia do terreno: 16 parcelas adjacente à margem do reservatório, denominado setor inferior (S1), 16 no setor intermediário (S2), no meio da encosta, e 16 no setor superior (S3), no topo da encosta. As parcelas foram alocadas distantes 20 metros entre si e 30 metros entre os estratos. Destaca-se que apenas o setor inferior tem contato com a lâmina d'água, sendo este contato regulado pela flutuação do

nível do reservatório. Este nível pode ser alterado em um curto espaço de tempo de acordo com a geração de energia da UHE Garibaldi, ocasionando a submersão parcial ou até mesmo total do solo de algumas parcelas desse setor. Utilizando-se a mesma metodologia do primeiro levantamento, todas as árvores sobreviventes foram remedidas, as árvores mortas – que não apresentavam condução de seiva – foram quantificadas e as árvores recrutadas – aquelas que atingiram o CAP de 15,7 cm - foram incorporadas ao levantamento.

Nas mesmas unidades amostrais (parcelas), foi realizado o levantamento das variáveis ambientais edáficas, topográficas, de abertura do dossel e de impacto ambiental. O levantamento das propriedades físico-químicas dos solos foi realizado por meio de amostras compostas, provenientes de nove coletas distribuídas sistematicamente em cada parcela, no perfil de 0 a 20 cm do solo. As análises dos solos foram realizadas na Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC. Foram quantificados o pH, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), sódio (Na), teores de areia, silte e argila, e calculadas a CTC efetiva (cmolc/dm^3), saturação por Al (%), saturação de bases V (%), índice H+Al, matéria orgânica (%) e carbono orgânico (%).

O nível do lençol freático no solo foi avaliado por meio da instalação de poços de observação de 1 m de profundidade, instalados no centro das parcelas localizadas no setor inferior. Nos demais setores não foram instalados poços por se tratarem de áreas de encosta, distantes do reservatório e onde não há nível freático próximo à superfície do solo. Os poços foram confeccionados segundo metodologia utilizada por Ivanauskas (2002), Barddal *et al.* (2004) e Silva *et al.* (2010): foram feitos de tubos de PVC de 50 mm de diâmetro por 1,20 m de comprimento e perfurados orifícios de 5 mm ao longo de todo o comprimento de 1 m, para permitir o escoamento da água para dentro do poço. Estes foram cobertos com tampa metálica para impedir a entrada de partículas. A medição do nível

freático foi realizada a cada dois meses, durante um ano, com o auxílio de uma régua graduada, medindo-se desde a superfície do solo até o nível da lâmina d'água. Foram obtidos dados, por parcela, de cada mês mensurado e da média anual do nível freático.

A topografia do terreno foi obtida por meio da cota média, desnível máximo e declividade média (OLIVEIRA FILHO *et al.*, 1994a) com o auxílio de trena, bússola, clinômetro e GPS (Sistema de Posicionamento Global). A cota média foi calculada como a média das cotas dos quatro vértices de cada parcela, o desnível máximo foi calculado pela diferença entre a maior e menor cota e a declividade média pela média das declividades dos quatro lados.

Para verificar a abertura do dossel, foram realizadas observações da luminosidade com o auxílio de um densiômetro esférico côncavo (LEMMON, 1956) por meio de quatro leituras nas direções dos lados das parcelas, sendo retirada a média das leituras por parcela.

Os impactos ambientais foram avaliados por meio da observação de presença de trilhas, impactos causados pelo gado, marcas de fogo e corte seletivo de árvores dentro das parcelas, atribuindo-se para cada impacto notas de zero a cinco, sendo zero para ausência e cinco para o maior nível observado, conforme metodologia utilizada por Silva *et al.* (2009).

Foram calculadas as taxas demográficas para a comunidade e as populações. As taxas de mortalidade e recrutamento, assim como as de ganho e perda em área basal, com base no número de indivíduos e área basal, foram calculadas para a comunidade total, para a comunidade de cada setor e para cada população por meio dos modelos algébricos (LIEBERMAN *et al.*, 1985; PRIMACK *et al.*, 1985; SHEIL; MAY, 1996; OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2007):

$$M = (1 - ((N_o - m) / N_o)^{1/t}) \times 100,$$

$$R = (1 - (1 - r/N_t)^{1/t}) \times 100,$$

$$P = (1 - [(AB_o - (ABm + ABd))/ AB_o]^{1/t}) \times 100, \text{ e}$$

$$G = (1 - [1 - (ABr + ABg)/ABt]^{1/t}) \times 100.$$

Em que: M = taxa de mortalidade anual; R = taxa de recrutamento anual; P = taxa de perda em área basal anual; G = taxa de ganho em área basal anual; t = intervalo de tempo entre inventários; No = número inicial de árvores; Nt = número final de árvores depois de t; m = número de árvores mortas; r = número de árvores recrutadas; ABo = área basal inicial; ABt = área basal final depois de t; ABm = área basal das árvores mortas; ABd = perda em área basal (redução diamétrica e perda parcial de troncos); ABr = área basal de árvores recrutadas; ABg = ganho em área basal (crescimento das árvores).

A taxa média anual de rotatividade em número de indivíduos (T_N) foi obtida para a comunidade total e de cada setor por meio da média das taxas de mortalidade e de recrutamento e a taxa média anual de rotatividade em área basal (T_{AB}), também calculada para a comunidade total e de cada setor, foi obtida pela média de taxa de perda e taxa de ganho (WERNECK; FRANCESCHINELLI, 2004; OLIVEIRA FILHO *et al.*, 1997):

$$T_N = (M + R)/2$$

$$T_{AB} = (P + G)/2$$

As taxas de mudança líquida para o número de indivíduos (Ch_n) e para a área basal (Ch_{ab}) para toda a comunidade e de cada setor foram obtidas pelas equações, conforme Korning e Balslev (1994):

$$Ch_n = [(N_t/N_o)^{1/t} - 1] \times 100$$

$$Ch_{ab} = [(AB_t/AB_o)^{1/t} - 1] \times 100$$

As taxas de dinâmica e as variáveis ambientais foram comparadas entre os setores (exceto nível freático nos solos, mensurado apenas no setor 1) por meio de análise de variância – ANOVA (ZAR, 1996) – para aquelas que, a partir do teste de Shapiro-Wilk, apresentaram distribuição normal. Taxas e variáveis com diferenças significativas entre os setores foram comparadas pelo teste de Tukey. Para as taxas e variáveis que

não apresentaram normalidade, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis e, quando detectado diferenças, análise de comparação múltipla não-paramétrica.

Para ordenação das variáveis ambientais (exceto nível freático nos solos), foi aplicada a Análise de Componentes Principais (PCA). A influência de gradientes ambientais, sintetizados pelos eixos que explicam proporções significativas da inércia total da PCA, sobre as taxas demográficas da comunidade (mortalidade, recrutamento, ganho e perda em área basal), foi verificada por meio de modelos lineares generalizados considerando a distribuição binomial (regressão logística). A validação dos modelos se deu por meio da análise de resíduos (distribuição em função dos valores ajustados e das variáveis explicativas e dependência espacial) (ZUUR *et al.*, 2009). As análises foram realizadas no programa R (R CORE TEAM, 2015), junto com as bibliotecas *vegan* (OKSANEN *et al.*, 2015), *ncf* (BJORNSTAD, 2013) e *pgirmess* (GIRAUDOUX, 2015).

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre 2014 (Lima *et al.*, submetido) e 2015 não houve mudança na riqueza de espécies, sendo amostradas 70 espécies em ambos os anos. Dos 1309 indivíduos vivos amostrados em 2014, 1284 indivíduos sobreviveram e 25 indivíduos morreram (taxa de mortalidade = $1,91\% \cdot \text{ano}^{-1}$). Com o recrutamento de 23 indivíduos (taxa de recrutamento = $1,76\% \cdot \text{ano}^{-1}$), em 2015 foram observados 1307 indivíduos. A taxa de mortalidade pouco superior ao recrutamento resultou em mudança líquida em número de indivíduos negativa, mas próxima de zero ($-0,15\% \cdot \text{ano}^{-1}$) (Tabela 2). Porém, a taxa de ganho em área basal ($3,64\% \cdot \text{ano}^{-1}$) foi superior a de perda ($1,62\% \cdot \text{ano}^{-1}$), resultando em valores positivos para a mudança líquida em área basal ($2,09\% \cdot \text{ano}^{-1}$) e rotatividade em área basal ($2,63\% \cdot \text{ano}^{-1}$). Assim, sugere-se que a floresta esteja funcionando como um

sumidouro de CO₂, a partir do crescimento dos indivíduos sobreviventes.

Tabela 2. Taxas de dinâmica por setor e para a comunidade de um remanescente florestal localizado em área de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual em São José do Cerrito, SC.

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	<i>p</i>	Comunidade
Tx mort	1,48	3,14	0,94	0,1990 ^{KW}	1,91
Tx recr	1,23	1,49	2,55	0,5154 ^{KW}	1,76
NChn	-0,25	-1,67	1,65	0,4220 ^{AN}	-0,15
NTurn	1,36	2,31	1,74	0,4890 ^{KW}	1,83
Tx ganho	2,71	3,50	4,47	0,1030 ^{AN}	3,64
Tx perda	2,51 ^a	1,33 ^b	1,16 ^b	0,0175 ^{KW}	1,62
AbChg	0,21 ^b	2,25 ^{ab}	3,46 ^a	0,0546 ^{AN}	2,09
AbTurn	2,61 ^{ab}	2,42 ^b	2,82 ^a	0,0130 ^{KW}	2,63

Tx mort = taxa de mortalidade; Tx recr = taxa de recrutamento; NChn = mudança líquida em número de indivíduos; NTurn = rotatividade em número de indivíduos; Tx ganho = taxa de ganho em área basal; Tb perda = taxa de perda em área basal; AbChg = mudança líquida em área basal; AbTurn = rotatividade em área basal. Todas as taxas estão em % .ano⁻¹. *p* = significância pela ANOVA (^{AN}, distribuição normal) ou Kruskal-Wallis (^{KW}, não normal). Valores seguidos pela mesma letra indicam ausência de diferenças significativas pelo teste de Tukey (distribuição normal) ou pela análise de comparação múltipla (não paramétrica).

Fonte: Produção do próprio autor.

Esse padrão de acúmulo de biomassa tem sido encontrado em florestas da região (e.g. FORMENTO *et al.*, 2004) e pode ser explicado como sendo um processo de recuperação pós-distúrbio das florestas que foram exploradas durante o corte da araucária, ocorrido especialmente nas décadas de 1950 a 1970. SALAMI *et al.* (2014), em FOM, também encontraram resultados similares de acúmulo de biomassa, porém, diferindo desse estudo, observaram maior recrutamento do que mortalidade. A maior mortalidade no

presente caso pode estar relacionada a outros fatores, como o distúrbio mais recente de enchimento do reservatório.

Quando se observa as taxas de dinâmica separadas por setor, é possível observar o mesmo padrão para os setores 1 e 2, com taxas de mortalidade ($1,48\%.\text{ano}^{-1}$ e $3,14\%.\text{ano}^{-1}$, respectivamente) superiores às de recrutamento ($1,23\%.\text{ano}^{-1}$ e $1,49\%.\text{ano}^{-1}$, respectivamente) e com ganhos em área basal ($2,71\%.\text{ano}^{-1}$ e $3,50\%.\text{ano}^{-1}$, respectivamente) superiores às perdas ($2,51\%.\text{ano}^{-1}$ e $1,33\%.\text{ano}^{-1}$, respectivamente).

Comparando a mortalidade entre os setores, no setor 1 a maior mortalidade pode ser explicada pelo contato desse com a água do reservatório, enquanto que a alta taxa de mortalidade no setor 2 pode estar relacionada a observação do aumento da presença de maciços do bambu *Merostachys* sp. em grande parte das parcelas desse setor, sendo que nos demais setores sua abundância é menor. Em algumas parcelas do setor 2, foi possível perceber seu impacto a campo, pois o número de indivíduos arbóreos amostrado pode ser considerado baixo (de oito a 20 indivíduos por parcela). A presença de *Merostachys* sp. pode estar relacionada a um efeito secundário do corte seletivo que ocorreu na área nas décadas de 70 e 80.

Devido ao seu sistema rizomatoso, espécies de *Merostachys* formam clones com potencialidade de crescer indefinidamente por meio da ramificação horizontal, afetando, dessa forma, o ambiente (FRANCO, 2008). Alguns autores consideram a presença de maciços de *Merostachys* um fator de interferência negativa na diversidade, composição florística, estrutura e dinâmica florestal (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1994b; GUILHERME *et al.*, 2004; BUDKE *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2015). Destaca-se, ainda, a observação de que o primeiro semestre de 2015 registrou temperaturas e precipitações mais elevadas para a região (CLIMATERRA, 2015), podendo ter favorecido o desenvolvimento de *Merostachys*.

No setor 3 foi observado padrão distinto, com taxa de recrutamento ($2,55\%.\text{ano}^{-1}$) maior que a de mortalidade ($0,94\%.\text{ano}^{-1}$), resultando em mudança líquida positiva em número de indivíduos ($1,65\%.\text{ano}^{-1}$). A reduzida mortalidade nesse setor pode ser explicada pelo baixo impacto observado, em comparação com os demais setores, onde foi observado contato com a lâmina de água e maciços de bambu mais densos.

Apesar desse padrão geral para cada setor, observa-se que, quando comparadas as taxas entre os setores, não houve diferenças estatísticas ($p > 0,05$) para aquelas relacionadas ao número de indivíduos (mortalidade, recrutamento, mudança líquida e rotatividade) e ao ganho e mudança líquida em área basal. Provavelmente a ausência de significância para essas taxas ocorreu pelos valores serem muito variáveis entre as parcelas, indicando elevada heterogeneidade dentro de cada setor.

Porém, a distinção dos padrões gerais entre os setores pode ser confirmada quando se compara os valores das taxas de mudanças em área basal, com a maior perda no setor 1 ($2,51\%.\text{ano}^{-1}$) ($p = 0,0175$), sendo esse valor muito próximo ao de ganho nesse setor ($2,71\%.\text{ano}^{-1}$), resultando em mudança líquida em área basal de apenas $0,21\%.\text{ano}^{-1}$. Nos demais setores os valores de perda e ganho foram distintos, o que resultou em taxas superiores de mudanças líquidas em área basal (AbChg setor 3 = $3,46\%.\text{ano}^{-1}$ e AbChg setor 2 = $2,25\%.\text{ano}^{-1}$). Isso indica que, no setor 1, as árvores sobreviventes podem estar crescendo menos e ocorrendo a mortalidade de árvores de maior porte. A mortalidade de poucas árvores de grande porte pode resultar em taxas de mortalidade baixas, porém, com elevada perda em área basal. Esse padrão pode estar indicando, nesse setor, a influência negativa da lâmina de água do reservatório na floresta.

Assim, valores de ganho e perda em área basal muito próximos podem indicar estabilidade no desenvolvimento da

floresta e é comum em áreas inundáveis, uma vez que espécies expostas ao alagamento podem desenvolver estratégias de sobrevivência, como a estabilização do crescimento devido ao encharcamento do solo ou à redução do crescimento de alguns órgãos para economizar energia e manter o funcionamento mínimo de seu metabolismo (WIEDENROTH, 1993; ARMSTRONG *et al.*, 1994; SILVA *et al.*, 2012). Nesse sentido, pode-se destacar como exemplo de estratégia de sobrevivência a *Sebastiania commersoniana*, a qual se mantém estável sob alagamento, sugerindo que a espécie é capaz de sobreviver em condições de baixa concentração de oxigênio devido a adaptações morfo-anatômica e fisiológica (JOLY, 1982; KOLB *et al.*, 1998; NUNES *et al.*, 2010). De acordo com Kanieski (2013), a espécie tem ampla plasticidade na sua ocorrência, podendo ser encontrada tanto em áreas de boa drenagem, como em áreas de forte saturação hídrica, porém, são normalmente abundantes em área aluviais, conforme observado por Silva *et al.* (2007).

Dessa forma, quando se observa as taxas demográficas das dez espécies de maior densidade em 2015 (Tabela 3), espera-se encontrar *S. commersoniana* bem representada na estrutura da floresta, uma vez que o contato da área de estudo com a vegetação ciliar previamente existente pode ter favorecido um elevado compartilhamento de espécies arbóreas com elevada plasticidade ecológica. De fato, esta ocorre entre as 10 espécies mais comuns em todos os setores, onde geralmente apresenta aumento em número de indivíduos e em área basal, exceto no setor 1. Nesse setor, houve estabilidade no número de indivíduos e pequena perda em área basal. Kanieski (2013), em estudo em um fragmento de FOM Aluvial no município de Araucária, PR, o qual foi impactado por derramamento de petróleo e alagado devido à construção de diques na tentativa de descontaminação, observou que o incremento diamétrico de *S. commersoniana* reduziu ao longo

dos anos com a saturação hídrica permanente, confirmando que esta, sob saturação hídrica, pode reduzir seu crescimento.

Tabela 3. Taxas de dinâmica das dez espécies de maior densidade em 2015 por setor e para a comunidade de um remanescente florestal localizado em área de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual em São José do Cerrito, SC.

	Nº de indivíduos				Área Basal			
	N1	N2	Tx mort	Tx recr	AB1	AB2	Tx ganho	Tx perda
Setor 1								
<i>Allophylus edulis</i>	92	94	1,09	3,19	0,8072	0,8189	4,83	3,45
<i>Nectandra megapotamica</i>	45	45	0,00	0,00	0,7701	0,7870	3,57	1,45
<i>Araucaria angustifolia</i>	31	31	0,00	0,00	1,5651	1,5819	2,06	1,00
<i>Cupania vernalis</i>	28	27	3,57	0,00	0,6177	0,5961	2,29	5,71
<i>Styrax leprosus</i>	22	21	4,55	0,00	0,1967	0,1857	0,97	6,51
<i>Casearia decandra</i>	21	21	0,00	0,00	0,1553	0,1512	2,02	4,64
<i>Ocotea pulchella</i>	16	16	0,00	0,00	0,0744	0,0654	0,45	12,53
<i>Sebastiania commersoniana</i>	16	16	0,00	0,00	0,4586	0,4468	0,82	3,36
<i>Lonchocarpus campestris</i>	13	13	0,00	0,00	0,2045	0,2085	3,00	1,10
<i>Sapium glandulosum</i>	7	7	0,00	0,00	0,2295	0,2317	2,44	1,50
Total S1	406	405	1,48	1,23	7,8162	7,8324	2,71	2,51
Setor 2								
<i>Allophylus edulis</i>	130	129	2,31	1,55	1,1300	1,1421	4,37	3,35
<i>Styrax leprosus</i>	53	52	5,66	3,85	0,4707	0,4807	5,63	3,64
<i>Nectandra megapotamica</i>	45	45	2,22	2,22	0,9033	0,9596	6,36	0,52
<i>Araucaria angustifolia</i>	31	32	0,00	3,13	0,8395	0,8733	3,88	0,00
<i>Cupania vernalis</i>	25	25	0,00	0,00	0,6884	0,7019	1,92	0,00

	Nº de indivíduos				Área Basal			
	N1	N2	Tx mort	Tx recr	AB1	AB2	Tx ganho	Tx perda
<i>Sebastiania commersoniana</i>	18	19	0,00	5,26	0,5059	0,5145	2,06	0,39
<i>Casearia decandra</i>	18	17	5,56	0,00	0,3109	0,3112	2,14	2,06
<i>Erythroxylum deciduum</i>	14	14	0,00	0,00	0,2920	0,3011	3,02	0,00
<i>Lonchocarpus campestris</i>	14	14	0,00	0,00	0,3701	0,3732	1,03	0,21
<i>Mimosa scabrella</i>	14	13	7,14	0,00	0,0575	0,0553	16,44	19,51
Total S2	478	470	3,14	1,49	8,3427	8,5305	3,50	1,33
Setor 3								
<i>Allophylus edulis</i>	98	98	1,02	1,02	0,6631	0,6749	4,18	2,47
<i>Styrax leprosus</i>	59	59	0,00	0,00	0,8628	0,8960	4,33	0,65
<i>Nectandra megapotamica</i>	36	37	0,00	2,70	1,0634	1,1190	4,98	0,01
<i>Araucaria angustifolia</i>	27	27	0,00	0,00	0,9584	1,0089	5,01	0,00
<i>Casearia decandra</i>	24	24	4,17	4,17	0,2202	0,2235	3,81	2,35
<i>Sebastiania commersoniana</i>	20	21	0,00	4,76	0,6367	0,6498	2,72	0,73
<i>Cupania vernalis</i>	13	14	7,69	14,29	0,2980	0,2783	3,52	9,91
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	14	14	0,00	0,00	0,3725	0,3906	5,06	0,46
<i>Luehea divaricata</i>	11	11	0,00	0,00	0,4877	0,5164	5,55	0,00
<i>Annona rugulosa</i>	7	7	0,00	0,00	0,0536	0,0593	9,69	0,00
Total S3	425	432	0,94	2,55	9,8062	10,1454	4,47	1,16
Comunidade								
<i>Allophylus edulis</i>	320	321	1,56	1,87	2,6004	2,6359	4,46	3,16
<i>Styrax leprosus</i>	134	132	2,99	1,52	1,5302	1,5623	4,33	2,32
<i>Nectandra megapotamica</i>	126	127	0,79	1,57	2,7368	2,8656	5,05	0,58
<i>Araucaria angustifolia</i>	89	90	0,00	1,11	3,3629	3,4641	3,38	0,47

	Nº de indivíduos				Área Basal			
	N1	N2	Tx mort	Tx recr	AB1	AB2	Tx ganho	Tx perda
<i>Cupania vernalis</i>	66	66	3,03	3,03	1,6041	1,5763	2,34	4,04
<i>Casearia decandra</i>	63	62	3,17	1,61	0,6864	0,6859	2,66	2,74
<i>Sebastiania commersoniana</i>	54	56	0,00	3,57	1,6012	1,6111	1,98	1,38
<i>Lonchocarpus campestris</i>	34	34	0,00	0,00	0,6342	0,6414	1,60	0,48
<i>Annona rugulosa</i>	24	23	4,17	0,00	0,1637	0,1675	5,23	3,06
<i>Ocotea pulchella</i>	24	24	0,00	0,00	0,4419	0,4567	5,27	2,11
Total Comunidade	1309	1307	1,91	1,76	25,9652	26,5083	3,64	1,62

N1 = número de indivíduos em 2014; N2 = número de indivíduos em 2015; Tx mort = taxa de mortalidade, em $\%.ano^{-1}$; Tx recr = taxa de recrutamento, em $\%.ano^{-1}$; AB1 = área basal em 2014, em m^2 ; AB2 = área basal em 2015, em m^2 ; Tx ganho = taxa de ganho em área basal, em $\%.ano^{-1}$; Tb perda = taxa de perda em área basal, em $\%.ano^{-1}$.

Fonte: Produção do próprio autor.

Entre as 10 espécies de maior densidade, é possível verificar, também, algumas que tiveram ganho em todos os setores. *Allophylus edulis* (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl, por exemplo, a espécie de maior densidade em todos os setores, obteve tendência de estabilidade em número de indivíduos, provavelmente devido ao curto período de avaliação, porém, com maior ganho ($4,46\%.ano^{-1}$) do que perda ($3,16\%.ano^{-1}$), considerando toda a comunidade. *A. edulis* já foi relatado em outros estudos como espécie tolerante a áreas inundáveis no sul do Brasil (RODERJAN *et al.*, 2002; BARDALL, *et al.* 2004; CURCIO, 2006; SILVA *et al.*, 2007; GRAF NETO, 2011). Além disso, essa espécie apresenta alta produção de frutos, que são dispersos de forma zoocórica, o que aliado às características ecológicas da espécie, explica sua alta densidade na área.

Outras espécies podem ser destacadas, como *Ocotea pulchella* (Nees & Mart.) Mez, com elevada perda em área basal no setor 1 (12,53%.ano⁻¹). Essas perdas de algumas espécies sem ocorrência de mortalidade podem ser explicadas devido à estabilização do crescimento ocorrido em função do encharcamento do solo seguido por processo de senescência, onde ocorre a perda de água pela planta e consequente redução da circunferência da árvore, e, ou, nesse caso em especial, ocorreu pela perda de troncos bifurcados, sem a mortalidade da árvore. Spathelf *et al.* (2000), em estudo das relações entre o incremento em diâmetro do tronco de *O. pulchella* e variáveis meteorológicas e balanço hídrico, em uma área às margens de uma barragem no estado do Rio Grande do Sul, concluíram que o excesso de água influenciou a redução do crescimento diamétrico das árvores. No entanto, espécies mais tolerantes, como *Nectandra megapotamica*, por exemplo, apresentaram maiores ganhos que perdas, inclusive no setor 1. Botrel *et al.* (2002) e Bianchini *et al.* (2003) já haviam relatado essa espécie como tolerante ao alagamento e de ocorrência comum no ambiente ripário.

Em relação às variáveis ambientais mensuradas na área (Tabela 4), de acordo com a classificação proposta por Alvarez *et al.* (1999), o solo apresenta acidez elevada, uma vez que o pH médio em água apresentou valor baixo (4,58). A saturação por bases, que é composta pelos nutrientes minerais e indica a fertilidade do solo, pode ser considerada baixa, com valores inferiores a 50% (V = 34,98%), indicando um solo distrófico de acordo com a classificação da EMBRAPA (2010). Embora a área tenha apresentado elevada acidez e baixa fertilidade, de acordo com Alvarez *et al.* (1999), a matéria orgânica presente na área apresenta um nível alto (5,99%), embora seja menor quando comparado com outros estudos realizados na região (e.g. HIGUCHI *et al.*, 2012; MARCON *et al.*, 2014). Quanto à textura dos solos da área de estudo, de acordo com a classificação da EMBRAPA (2006), esta pode ser considerada

média, uma vez que houve menos de 35% de argila e mais de 15% de areia. O relevo da área, de acordo com a classificação proposta por Souza (2007), pode ser considerado ondulado com declives acentuados (11,67°). A abertura do dossel para a comunidade pode ser considerada baixa (8,35%), refletindo em uma cobertura elevada (91,65%) quando comparada com outros estudos em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista (e.g. HIGUCHI *et al.*, 2012, encontraram valor de 87,20%; MEDRI *et al.*, 2009, encontraram valor de 60%). Em relação aos impactos ambientais, estes também podem ser considerados baixos, visto que estão com valores próximos à zero.

Tabela 4. Variáveis ambientais médias por setor e para comunidade de um remanescente florestal localizado em área de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual em São José do Cerrito, SC.

	Setor 1		Setor 2		Setor 3		<i>p</i> -valor	Comunidade
	Méd	Máx/Mín	Méd	Máx/Mín	Méd	Máx/Mín		
Areia (%)	22,44	29/17	22,88	39/16	23,75	31/15	0,4705 ^{KW}	23,02
Silte (%)	43,69	54/32	42,19	54/35	40,75	48/36	0,6477 ^{KW}	42,21
Argila (%)	34	44/22	35	47/17	35,56	43/27	0,8896 ^{KW}	34,85
pH H ₂ O (1:1)	4,48	5,6/3,8	4,61	5,8/4	4,66	5,3/4,4	0,1885 ^{KW}	4,58
Ca (cmolc/dm ³)	4,93	11,81/1,81	4,48	10,48/1,18	4,4	7,72/2,88	0,3465 ^{KW}	4,6
Mg (cmolc/dm ³)	3,09	6,22/1,49	3,41	7,35/1,32	3,58	4,53/2,5	0,2000 ^{KW}	3,36
Al (cmolc/dm ³)	2,34	5,54/0,22	2,08	4,17/0	1,47	2,51/0,47	0,3404 ^{KW}	1,96
H+Al (cmolc/dm ³)	20,21	38,6/3,9	19,43	34,5/4,9	16,87	27,4/6,2	0,6596 ^{KW}	18,83
CTC efetiva (cmolc/dm ³)	10,63	18,69/6,7	10,2	17,16/6,77	9,5	12,54/7,54	0,9902 ^{KW}	10,11
SAI (%)	27,61	61,62/1,28	24,59	61,6/0	15,96	27,88/4,23	0,3225 ^{KW}	22,72
SatBases (%)	36,58	82,57/10,32	33,96	76,41/7,81	34,39	63,54/18,29	0,4439 ^{KW}	34,98
M.O. (%)	5,84	7,5/4,4	6,04	8,3/4,3	6,1	7,3/5,1	0,6940 ^{AN}	5,99
C.O. (%)	3,39	4,35/2,67	3,75	7,54/2,49	3,54	4,23/2,96	0,7074 ^{KW}	3,56
P (mg/dm ³)	2,68 ^b	3,9/1	2,98 ^b	3,7/2,4	3,98 ^a	7,5/2,9	0,0002 ^{KW}	3,21
Na (mg/dm ³)	11,81 ^a	19/7	7,94 ^b	11/5	8,88 ^b	10/7	3,503 ^{e-05 KW}	9,54

	Setor 1		Setor 2		Setor 3		<i>p</i> -valor	Comunidade
	Méd	Máx/Mín	Méd	Máx/Mín	Méd	Máx/Mín		Méd
K (mg/dm ³)	104,19	223/40	91,81	237/37	72,94	123/42	0,6634 ^{KW}	89,65
Dec.Med (°)	10,65	17,25/4	12,05	17,75/7,88	12,3	19/8,13	0,3610 ^{AN}	11,67
Cota (m)	721,54 ^b	728,98/712,24	743,36 ^a	756,11/733,97	749,59 ^a	759,93/740,09	3,728 ^{e-08 KW}	738,16
Des.Max (m)	4,3	11,39/1,74	4,67	10,08/1,91	4,45	6,99/0,52	0,6754 ^{KW}	4,47
Abert. Dossel (%)	6,04 ^b	8,6/4	7,81 ^b	10,6/5,8	11,21 ^a	13/9,4	3,565 ^{e-08 KW}	8,35
Nível F. (m)	-0,09	0,0/-0,74	---	---	---	---	---	---
Imp. Amb.	0,56 ^a	1/0,5	0,30 ^b	1/0,25	0,39 ^b	0,75/0,25	1,422 ^{e-05 KW}	0,42

Areia = teor de areia; Silte = teor de silte; Argila = teor de argila; pH H₂O = pH em água; Ca = cálcio; Mg = Magnésio; Al = alumínio; H+Al = hidrogênio mais alumínio; CTC efetiva = capacidade de troca de cátions efetiva; SAl = saturação por alumínio; SatBases = saturação por bases; MO = matéria orgânica; CO = carbono orgânico; P = fósforo; Na = sódio; K = potássio; Dec.Med = declividade média; Cota = cota média; Des.Max = desnível máximo; Abert. Dossel = abertura de dossel; Nível F. = nível freático no solo; Imp.Amb. = impacto ambiental. *p* = significância pela ANOVA (^{AN}, distribuição normal) ou Kruskal-Wallis (^{KW}, não normal). Valores seguidos pela mesma letra indicam ausência de diferenças significativas pelo teste de Tukey (distribuição normal) ou pela análise de comparação múltipla (não paramétrica).

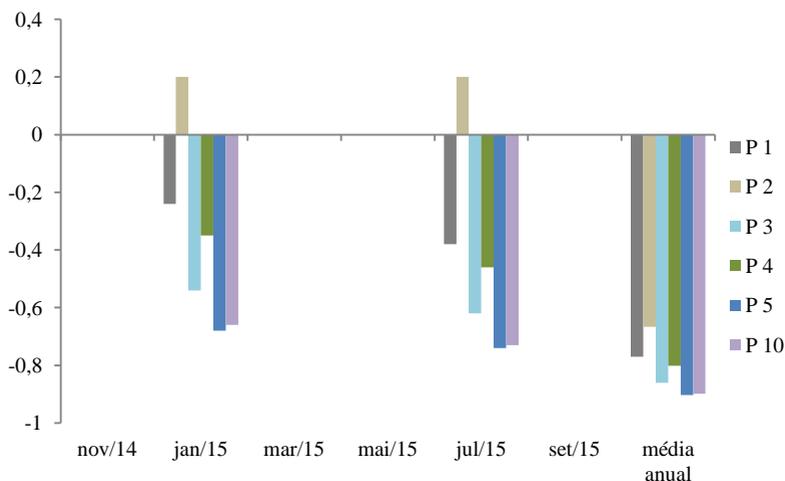
Fonte: Produção do próprio autor.

Quando as variáveis ambientais são comparadas entre os setores, somente o fósforo (P), sódio (Na), cota, abertura do dossel e impacto ambiental apresentaram diferenças. O teor de P e a abertura do dossel foram maior no setor 3. A maior abertura do dossel nesse setor pode ser explicada pela formação de clareiras observadas à campo, provocadas, principalmente, pela mortalidade de indivíduos de grande porte no passado. A maior entrada de luz nesse setor, associada à maior disponibilidade de P quando comparado aos demais setores, também explicam porque esse é o único setor que apresentou maior recrutamento do que mortalidade, já que essas duas variáveis podem estimular o crescimento das plantas, o que indica estágio silvigenético distinto dos demais, que passaram por distúrbios mais recentes (enchimento do reservatório no setor 1 e abundância de maciços de bambu no setor 2).

Já o Na apresentou maior teor no setor 1, o que pode estar relacionado à flutuação do nível da lâmina d'água nesse setor. Os sais liberados pelo processo de intemperização das rochas podem ser carreados para horizontes inferiores, através da percolação e serem depositados nas camadas sub-superficiais do solo (Daker, 1988; OLIVEIRA *et al.*, 2010) e, à medida que a água é evaporada, principalmente quando o lençol freático tem movimento de subida e descida próximo à superfície do solo, ocorre o acúmulo de sais nas camadas superiores do perfil (VALDIVIESO SALAZAR, 1983; AYERS E WESTCOT, 1991). Portanto, pode-se afirmar que o maior teor de Na no setor 1 está relacionado a evaporação da água no solo, decorrente da flutuação do nível do reservatório, muito embora, durante o ano de avaliação, somente uma parcela (de número 2) apresentou nível freático acima da superfície do solo neste setor (Figura 7). Parte desse padrão pode ser explicado pelo fato de haver 2 m de deplecionamento da lâmina d'água, expondo o setor 1 a diferentes níveis do reservatório em curtos espaços temporais. Mesmo assim, foi

possível observar, pela flutuação do nível da água neste setor e pela presença de água nos poços de medição em 37,5% das parcelas (6/16) e em dois meses das medições bimestrais (janeiro e julho), que há influência deste nível freático sobre as raízes das árvores, o que reforça a hipótese de que a lâmina de água está influenciando as taxas de dinâmica no setor adjacente ao reservatório.

Figura 7. Leituras e médias anuais dos níveis freáticos no solo, para as parcelas do setor 1 que apresentaram água no poço de observação, de um remanescente florestal localizado em área de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual em São José do Cerrito, SC. O eixo x representa o nível do solo.



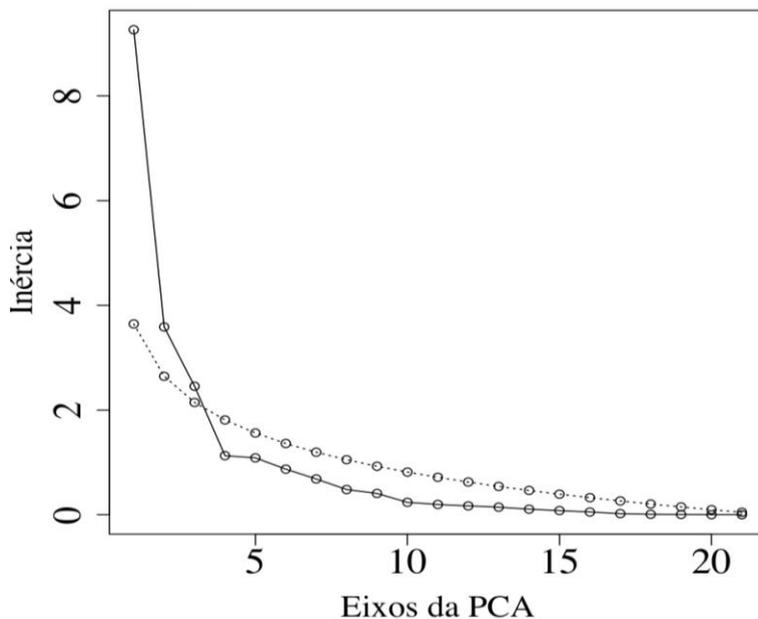
Fonte: Produção do próprio autor.

A menor cota observada, também no setor 1, é devido ao local ser o mais baixo, sendo os demais setores localizados na encosta, em maior altitude que o setor 1. O impacto ambiental, maior no setor 1, pode ser explicado por ser a área mais próxima ao rio, provavelmente de maior trânsito de pessoas

(e.g., pescadores). De fato, foram observados indícios de cortes seletivos nesse setor, os quais ocorreram anteriormente ao período de estudo, portanto, não influenciando a taxa de mortalidade observada.

A variação explicada pelos eixos 1 e 2 da PCA representam uma proporção significativa da inércia total dos dados, indicada pela análise de *scree plot* (Figura 8), onde o eixo 1 sintetizou 44,00% do total das variáveis ambientais e o eixo 2, 17,00%, explicando uma variação total de 61,00%.

Figura 8. Gráfico *scree plot* que demonstra a inércia dos dados nos dois primeiros eixos da Análise de Componentes Principais (PCA) para as variáveis ambientais de um remanescente florestal localizado em área de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual em São José do Cerrito, SC. Se o valor de inércia observado (linha contínua) for maior do que o valor estimado pela distribuição de *Broken Stick* (linha pontilhada), o eixo da PCA explica uma proporção significativa da variação dos dados.

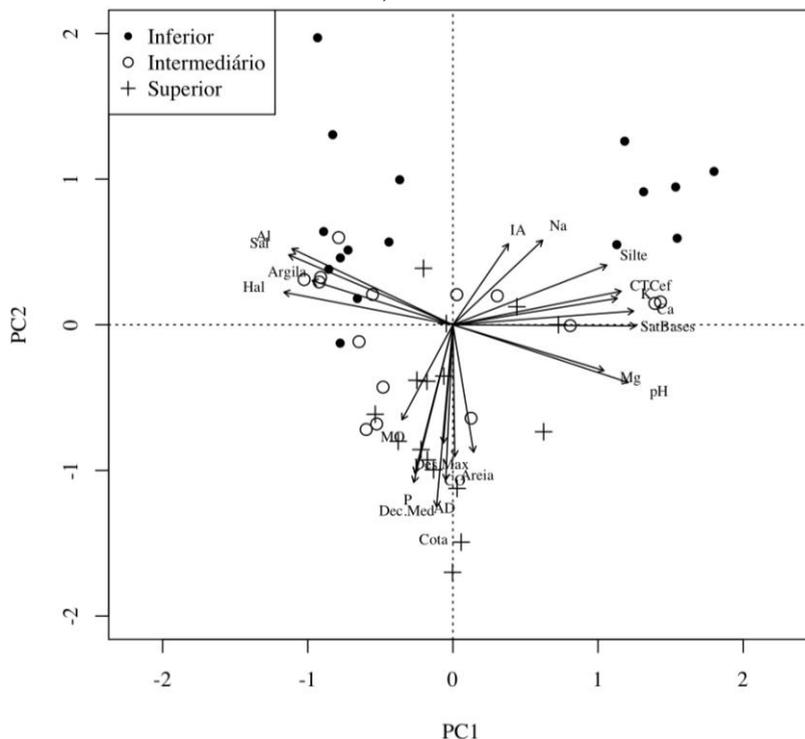


Fonte: Produção do próprio autor.

A PCA (Figura 9) indicou um gradiente de fertilidade no eixo 1 e um gradiente associado, principalmente, a topografia e abertura do dossel no eixo 2. As variáveis com os maiores valores de correlação com o Eixo 1 foram saturação por bases (0,32), Ca (0,32) e pH (0,31). Com o Eixo 2 apresentaram

maiores correlações as variáveis cota (-0,41), declividade média (-0,35) e abertura do dossel (-0,34). A setorização da distribuição das parcelas, definida em função do relevo, apresentou relação apenas com o Eixo 2, o que era esperado, uma vez que este eixo apresentou elevada correlação com variáveis topográficas. Por outro lado, a não associação da setorização com o Eixo 1 da PCA demonstra que as parcelas de todos os setores apresentam elevada heterogeneidade quanto ao gradiente de fertilidade.

Figura 9. Diagrama de ordenação nos dois primeiros eixos da Análise de Componentes Principais (PCA) para as variáveis ambientais de um remanescente florestal localizado em área de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual em São José do Cerrito, SC.



IA = impacto ambiental; Na = teor de sódio; Silte = teor de silte; CTCef = CTC efetiva; K = teor de potássio; Ca = teor de cálcio; SatBases = saturação por bases; Mg = teor de magnésio; pH = pH em água; Areia = teor de areia; Des.Max = desnível máximo; CO = carbono orgânico; AD = abertura do dossel; Cota = cota altitudinal; Dec.Med = declividade média; P = teor de fósforo; MO = teor de matéria orgânica; Hal = teor de hidrogênio mais alumínio; Argila = teor de argila; Sal = saturação por alumínio; Al = teor de alumínio.

Fonte: Produção do próprio autor.

Os gradientes ambientais sintetizados pelos dois primeiros eixos da PCA não influenciaram de forma significativa as taxas de dinâmica ($p > 0,1$) (Tabela 5), indicando que há outros fatores, não analisados, que estão influenciando essas taxas. No entanto, conforme já analisado de forma indireta pela setorização da área, as taxas de dinâmica distintas entre os setores indicam que a lâmina de água, provavelmente, é a variável mais influente nas mudanças observadas dois anos após o enchimento do lago. Outros autores já encontraram elevada influência das inundações sobre a composição florístico-estrutural (e.g. FERREIRA, 2000; BIANCHINI *et al.*, 2003; BARDDAL *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2009; FERREIRA *et al.*, 2010; FERREIRA *et al.*, 2013) e sobre a dinâmica em florestas (e.g. APPOLINARIO *et al.*, 2005; GRAF NETO, 2011; SILVA *et al.*, 2011; NUNES *et al.*, 2016). O alagamento do solo tem profundo efeito nos organismos que nele habitam, especialmente nas plantas (PIEPADE *et al.*, 2001). Durante o alagamento, as plantas podem alterar sua arquitetura, anatomia, metabolismo e crescimento como estratégia de sobrevivência (BAILEY-SERRES e VOESENEK, 2008).

Tabela 5. Modelos de regressões logísticas para as taxas demográficas do componente arbóreo de um remanescente florestal localizado em área de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual em São José do Cerrito, SC.

	Tx mort	Tx recr	Tx perda	Tx ganho
Eixo 1 PCA (fertilidade)	0,16	0,01	0,07	0,15
<i>p</i> -valor	0,50	0,96	0,97	0,91
Eixo 2 PCA (topografia e abertura do dossel)	0,35	-0,24	0,43	-0,19
<i>p</i> -valor	0,19	0,30	0,82	0,87

Tx mort = taxa de mortalidade; Tx recr = taxa de recrutamento; Tx ganho = taxa de ganho em área basal; Tx perda = taxa de perda em área basal.

Fonte: Produção do próprio autor.

Os solos de áreas inundáveis, quando saturados de água, não permitem o metabolismo aeróbico de plantas. Nessas situações, além do oxigênio ser um fator limitante, existe outros fatores seletivos que limitam o estabelecimento das plantas, como aqueles relacionados ao processo de sedimentação (SILVA *et al.*, 2012). Quanto maior o tempo de inundação, mais seletivo será o ambiente e, conseqüentemente, menor será a diversidade florística de espécies arbóreas, pois são poucas as espécies que conseguem viver sob alagamento (SILVA *et al.*, 2012).

3.6 CONCLUSÃO

A dinâmica na área estudada foi caracterizada pela estabilidade na riqueza e em número de indivíduos, porém, com maior ganho que perda em área basal, indicando processo de acúmulo de biomassa. No entanto, observa-se que entre os setores da floresta há distinções, sendo o setor I caracterizado pela maior taxa de perda em área basal, possivelmente devido à influência da proximidade com o reservatório.

Apesar disso, de forma geral, não houve relação das taxas de dinâmica com as variáveis ambientais analisadas, indicando que, na área estudada, a influência encontrada dos setores sobre o crescimento das árvores está associada a variáveis não diretamente analisadas, como a influência do reservatório que, provavelmente, está ocasionando a estagnação do crescimento de algumas espécies e perdas em outras mais sensíveis. A observação da distinção entre os setores, especialmente em relação à perda em área basal, confirma esse padrão.

Assim, o presente estudo evidencia o impacto das inundações no desenvolvimento da floresta e indica que, dois anos após o enchimento do reservatório, foi possível perceber os efeitos do enchimento do lago da hidrelétrica na

comunidade arbórea, o que pode levar, ao longo do tempo, à redução de algumas populações não adaptadas no setor inferior, e consequentes mudanças florísticas.

Dessa forma, é de grande importância a continuidade do monitoramento da área, a fim de ampliar a compreensão das causas e consequências dos impactos causados pelo enchimento do reservatório. O fato de o fragmento ser um dos poucos remanescentes de ecótono entre FOM e FED da região reforça essa importância, uma vez que trata-se de uma tipologia pouco estudada e de fragilidade ambiental devido às ameaças antrópicas que vem sofrendo.

3.7 REFERÊNCIAS

- ALVAREZ V. V.H.; NOVAES, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p. 25-32. 1999.
- ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Anexo VIII ao edital de leilão Nº. 03/2010-ANEEL**. Processo nº. 48500.000883/2010-23. 2010.
- APPOLINARIO, V.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; GUILHERME, F. A.G. Tree population and community dynamics in a Brazilian tropical semideciduous forest. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 347-360.2005.
- ARMSTRONG, W.; BRAENDLE, R.; JACKSON, M.B. Mechanisms of flood tolerance in plants. **Acta Botanica Neerlandica**, v. 43, p. 307-358. 1994.

Ayers, R.S. & Westcot, D.W. **Qualidade de água na agricultura**. Estudos FAO Irrigação e Drenagem. Campina Grande, UFPB, 1991.

BAILEY-SERRES, J. & VOESENEK, L.A.C.J. Flooding stress: acclimations and genetic diversity. **Annual Review Plant Biology**, v. 59, p.313-339. 2008.

BARDDAL, M.L.; RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; CURCIO, G.R. Caracterização florística e fitossociológica de um trecho sazonalmente inundável de floresta aluvial, em Araucária, PR. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 37-50. 2004.

BIANCHINI, E.; POPOLO, R. S.; DIAS, M. C.; PIMENTA, J. A. Diversidade e estrutura de espécies arbóreas em área alagável do município de Londrina, Sul do Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 17, n. 3, p. 405-419. 2003.

BJORNSTAD, O. N. **ncf: spatial nonparametric covariance functions**. R package version 1.1-5, 2013. Disponível em: <<http://http://CRAN.R-project.org/package=ncf>> Acesso em: 16 de out. 2015.

BOTREL, R., OLIVEIRA-FILHO, A.T., RODRIGUES, L.A.; CURI, N. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, p.195-213. 2002.

BUDKE, J. C.; ALBERTI, M. S.; ZANARDI, C.; BARATTO, C.; ZANIN, E. M. Bamboo dieback and tree regeneration responses in a subtropical forest in South America. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 260, p. 1345-1349. 2010.

CLIMATERRA. **Outono/Inverno de 2015**. Disponível em:<<http://saojoaquimonline.com.br/climaterra/2015/02/20/outonoinverno-de-2015/>>. Acesso em: 14 de jul. de 2016.

CURCIO, G. R. **Relações entre geologia, geomorfologia, pedologia e fitossociologia nas planícies fluviais do rio Iguçu - Paraná - Brasil**. Tese (Doutorado em Conservação da Natureza) - Setor de Ciência Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

DAKER, A. **A água na agricultura; manual de hidráulica agrícola**. 7. ed. Rio de Janeiro, RJ: Freitas Bastos, 1988.
DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A.; FARIA, J. M. R.; PRADO, N. J. S. Comportamento de espécies florestais de mata ciliar em área de depleção do reservatório da Usina Hidrelétrica de Camargos–Itutinga, MG. **Cerne**, v. 2 n.1, p. 20-34. 1996.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2004. 726 p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA.2006. 306 p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8) Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26 p.

EPAGRI. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Zoneamento agroecológico e socioeconômico do estado de Santa Catarina**. Florianópolis, 1999. CD-ROM.

FERREIRA, L. V. Effects of flooding duration on species richness, floristic composition and forest structure in river margin habitat in Amazonian blackwater forests: implications for future design of protected areas. **Biodiversity and Conservation**, v. 9, p. 1-14, 2000.

FERREIRA, L.V; PAROLIN P.; ALMEIDA S.S. Amazonian white- and blackwater floodplain forests in Brazil: large differences on a small scale. **Ecotropica**. v. 16, p. 31-41. 2010.

FERREIRA, L. V.; CUNHA, D. A.; CHAVES, P. P.; MATOS, D.C.L.; PAROLIN, P. Impacts of hydroelectric dams on alluvial riparian plant communities in eastern Brazilian Amazonian. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 3, p. 1013-1023. 2013.

FORMENTO, S.; SCHORN, L. A.; RAMOS, R. A. Dinâmica estrutural arbórea de uma Floresta Ombrófila Mista em Campo Belo do Sul. **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 2, p. 196-212. 2004.

FRANCO, A. M. S. **Estrutura, diversidade e aspectos ecológicos do componente arbustivo e arbóreo em uma floresta estacional, Parque Estadual do Turvo, Sul do Brasil**. Tese. (Doutorado em Ciências: Botânica). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

GIRAUDOUX, P. **pgirmess: Data Analysis in Ecology**. R package version 1.6.2, 2015. <http://CRAN.R-project.org/package=pgirmess>

GRAF NETO J. Crescimento, Recrutamento e Mortalidade no período de 2001-2010 de uma floresta ombrófila mista aluvial, município de Araucária, Paraná. Dissertação. Setor de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

GUILHERME, F.A.G.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; APPOLINÁRIO, V.; BEARZONI, E. Effects of flooding regime and woody bamboos on tree community dynamics in a section of tropical semideciduous forest in South-Eastern Brasil. **Plant Ecology**, v. 174, p. 19-36. 2004.

GUSSON, A. E.; VALE, VAGNER S.; ARAÚJO, G. M.; SCHIAVINI, I. Variações Temporais na Densidade de Espécies Lenhosas Regenerativas em Áreas Impactadas por Usinas Hidrelétricas. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 12, p. 83-88, 2012.

HIGUCHI P., SILVA A. C.; FERREIRA T. S.; SOUZA S.T.; GOMES J. P.; SILVA K. M.; SANTOS, K. F.; LINKE, C.; PAULINO, P. S. Influência de variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florístico do componente arbóreo, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.22, n.1, p.79-90, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual de classificação da vegetação brasileira.** Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IVANAUSKAS, N. M. **Estudo da vegetação presente na área de contato entre formações florestais em Gaúcha do Norte – MT.** Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 201 p. 2002.

JOLY, C. A. **Flooding tolerance mechanisms of some brazilian trees**. PhD. [Thesis], University of St. Andrews, Scotland. 1982.

KANIESKI, M. R. **Estudo dendroecológico de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B.Sm. & R.J.Downs e de arbóreas invasoras em uma floresta ombrófila mista aluvial, sul do Brasil**. 127 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

KILCA, R. V., SCHIAVINI, I., MONTEIRO, G. A., MORAES, A. B. Aspectos edáficos e estruturais de uma Floresta Estacional Decidual antes do enchimento de uma barragem em Araguari, Minas Gerais. **Iheringia, Série Botânica**, v. 66, n. 1, p. 17-30. 2011.

KOLB, R. M.; MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; GILONI, P. C.; CORREA, G. T. Anatomia ecológica de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (Euphorbiaceae) submetida ao alagamento. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 21, p. 305-312. 1998.

KORNING, J.; BALSLEV, H. Growth and mortality of trees in Amazonian tropical rain forest in Ecuador. **Journal of Vegetation Science**, Hoboken, v. 4, n. 1, p. 77-86, 1994.

LEMMON, P. A spherical densiometer for estimating forest overstorey density. **Forest Science**, Bethesda, v. 2, n. 1, p. 314-320, 1956.

LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M.; PERALTA, R.; HARTSHORN, G. S. Mortality patterns and stand turnover rates in a wet tropical forest in Costa Rica. **Journal of Ecology**, Hoboken, v. 73, n. 3, p. 915-924, 1985.

LIMA, C. L.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; NUNES, A.; DALLABRIDA, J. P.; SILVA, K. M.; SILVA, M. A. F.; POMPEO, P. N.; SOBOLESKI, V. F.; LOEBENS, R.; CRUZ, A. P.; SOUZA, K.; SOUZA, C. C.; SILVA, J. O. Impacto em Curto Prazo do Reservatório de uma UHE Sobre o Componente Arbóreo em Área Ecotonal em Santa Catarina. **Revista Árvore**, submetido.

LOPES, S.F.; VALE, V.S.; PRADO JÚNIOR, J.A.; SCHIAVINI, I. Impacts of artificial reservoirs on floristic diversity and plant functional traits in dry forests after 15 years. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n.3, p. 548-557, 2015.

LYTLE, D.A.; POFF, N.L. Adaptation to natural flow regimes. **Trends in Ecology and Evolution**, v.19, n.2, p. 94-100. 2004.

MARCON, A. K.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; SOUZA FERREIRA, T.; MISSIO, F. F.; SALAMI, B., DALLA ROSA, A.; NEGRINI, M.; BENTO, M.A.; JÚNIOR, F. B. Variação florístico-estrutural em resposta à heterogeneidade ambiental em uma floresta nebulosa em Ububici, Planalto Catarinense. **Scientia Forestalis**, v. 42, n. 103, 2014.

MEDRI, P. S.; FERRACIN, T. P.; SILVA, V. T.; TOREZAN, J. M. D.; PIMENTA, J. A.; BIANCHINI, E. Comparação de parâmetros bióticos e abióticos entre fragmento de floresta secundária e reflorestamento de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 185-194, 2009.

NILSSON, C.; BERGGREN, K. Alterations of Riparian Ecosystems Caused by River Regulation. **BioScience**, v.50, p. 783-792. 2000.

NUNES, M. H.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; van den BERG, E. Estratégias de sobrevivência de árvores ao alagamento: um estudo de caso do Branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Sm. & Downs). **Espiral**, São Paulo, v. 43, p. 1-10, 2010.

NUNES, M. H.; HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; VAN DEN BERG, E.; SANTOS, M. C. N. Dinâmica de populações de espécies arbóreas em fragmentos de floresta aluvial no sul de Minas Gerais, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 1, p. 57-66, 2016.

OKSANEN, J. et al. **vegan: Community Ecology Package**. R package version 2.2-1, 2015. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=vegan>> Acesso em 16 de out. 2015.

OLIVEIRA, A. B.; GOMES-FILHO, E.; ENÉAS-FILHO, J. O problema da salinidade na agricultura e as adaptações das plantas ao estresse salino. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n.11, 2010.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; VILELA, E.A.; CARVALHO, D.A.; GAVILANES, M.L. Differentiation of streamside and upland vegetation in an area of montane semideciduous Forest in southeastern Brasil. **Flora**, v. 189, p. 1-19. 1994a.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; VILELA, E. A.; GAVILANES, M.L.; CARVALHO, D.A. Effect of flooding regime and understory bamboos on the physiognomy and tree species composition of a tropical semideciduous forest in Southeastern Brasil. **Vegetatio**, v. 113, p. 99-124. 1994b.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamics within a fragment of tropical semideciduous forest in south-eastern Brazil over a five years period (1987-1992). **Plant Ecology**, Nova York, v. 131, n. 1, p. 45-66, jul. 1997.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; CARVALHO, W.A.C.; MACHADO, E.L.M.; HIGUCHI, P.; APPOLINÁRIO, V.; CASTRO, G.C.; SILVA, A.C.; SANTOS, R.M.; BORGES, L.F.; CORRÊA, B.S.; ALVES, J.M. Dinâmica da comunidade e populações arbóreas da borda e interior de um remanescente florestal na Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, em um intervalo de cinco anos (1999-2004). **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 149-161, 2007.

PIEIDADE, M.T.F.; WORBES, M. & JUNK, W.J. Geocological controls on elemental fluxes in communities of higher plants in Amazonian floodplains. In **The Biogeochemistry of the Amazon Basin**. (M.E. McClain; R.L.Victoria & J.E. Richey, eds.). New York, Oxford University Press. Pp. 209-234. 2001.

PRIMACK, R. B.; ASHTON, P. S.; CHAI ; LEE, H. S. Growth rates and population structure of Moraceae trees in Sarawak, East Malaysia. **Ecology**, Washington, v. 66, n. 2, p. 577-588, abr. 1985.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2015. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>> Acesso em: 16 de out. 2015.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACK, G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v.24, p.75-92, 2002.

SALAMI, B.; HIGUCHI, P.; DA SILVA, A. C.; DE SOUZA FERREIRA, T.; MARCON, A. K.; JÚNIOR, F. B.; BENTO, M. A. Influência de variáveis ambientais na dinâmica do componente arbóreo em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lages. **Scientia Forestalis**, v. 42, n. 102, p. 197-207, 2014.

SANTOS, K. F.; FERREIRA, T. S.; HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; VANDRESEN, P. B.; COSTA, A.; SPADA, G.; SCHMITZ, V.; SOUZA, F. Regeneração natural do componente arbóreo após a mortalidade de um maciço de taquara em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lages - SC. **Ciência Florestal**, v. 25, p. 107-117, 2015.

SHEIL, D.; MAY, R. M. Mortality and recruitment rate evaluations in heterogeneous tropical forests. **Journal of Ecology**, Hoboken, v. 84, n. 1, p. 91-100, 1996.

SILVA, A.C. van den BERG, E.; HIGUCHI, P.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Comparação florística de florestas inundáveis das regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.30, n.2, p.257-269. 2007.

SILVA A.C; van den BERG, E.; HIGUCHI P.; OLIVEIRA FILHO A.T, MARQUES J.J, APPOLINÁRIO V, NUNES, M. H. Florística e estrutura da comunidade arbórea em fragmentos de floresta aluvial em São Sebastião da Bela Vista, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**; v. 32 n.2, p. 283-297. 2009.

SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; van den BERG, E. Effects of soil water table regime on tree community species richness and structure of alluvial forest fragments in Southeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.70, n.3, p.465-471, 2010.

SILVA, A.C. van den BERG, E.; HIGUCHI P.; NUNES, M. H. Dinâmica de uma comunidade arbórea após enchente em fragmentos florestais no sul de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.35, n.4, p.883-893, 2011.

SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; van den BERG, E.; NUNES, M. H.; CARVALHO, D. A. D. **Florestas inundáveis: ecologia, florística e adaptações das espécies**. Lavras: Ed. UFLA, 2012.

SOUZA, C. G. **Manual técnico de pedologia**. Série: Manuais Técnicos em Geociências v. 4. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 104 p. 2007.

SPATHELF, P.; FLEIG, F. D.; VACCARO, S.; ESBER, L. M. Análise dendroecológica de *Ocotea pulchella* Nees et Mart. ex Nees (canela-lageana) na serra geral de Santa Maria, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 95-108, 2000.

VALDIVIESO SALAZAR, C. R. **Solos salinos: diagnóstico e recuperação**. Petrolina: EMBRAPA SEMIÁRIDO - CPATSA. 1983.

VALE, V. S.; SCHIAVINI, I.; ARAUJO, G. M.; GUSSON, A. E.; LOPES, S. F.; OLIVEIRA, A. P.; PRADO JUNIOR, J. A.; ARANTES, C. S.; DIAS NETO, O. C. Fast changes in seasonal forest communities due to soil moisture increase after damming. **Revista de Biologia Tropical**, v. 61, p. 1091-1917, 2013.

VALE, V. S.; ARAUJO, G. M.; SCHIAVINI, I.; PRADO JUNIOR, J. A.; GUSSON, A. E. Dams consequences to the woody regeneration layer of dry forests. **Natureza On Line**, v. 12, p. 19-27, 2014.

WERNECK, M. S.; FRANCESCHINELLI, E. V. Dynamics of a dry forest fragment after exclusion of human disturbance in southeastern Brazil. **Plant Ecology**, v.174, p.337-346, 2004.

WIEDENROTH, E.M. Responses of roots to hypoxia: their structural and energy relations with the whole plant. **Environmental and Experimental Botany**, v.33, n.1, p.41-51. 1993.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 3.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1996.

ZUUR, Alain et al. **Mixed effects models and extensions in ecology with R**. Springer Science & Business Media, 2009.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do curto período de exposição da área de estudo aos efeitos da lâmina de água do reservatório da UHE, destaca-se, no primeiro ano após o enchimento do reservatório, a elevada representatividade de indivíduos mortos no setor adjacente ao lago em relação aos demais setores. No segundo ano, em termos de dinâmica, constatou-se mudanças observadas relacionadas à área basal no setor adjacente ao reservatório, sendo constatada a estagnação e até mesmo perda em algumas espécies mais sensíveis.

No entanto, não se observou relação das taxas de dinâmica com as variáveis ambientais analisadas, sugerindo que as mudanças constatadas podem estar associadas a variáveis não avaliadas, como aquelas relacionadas com a lâmina d'água. A distinção entre os setores alocados em diferentes distâncias do reservatório confirma esse padrão.

Talvez o filtro ambiental causado por esse impacto ainda não tenha imprimido todas as alterações esperadas. Mesmo assim, os efeitos ao longo do tempo podem provocar mudanças florísticas no setor próximo ao reservatório, necessitando, dessa forma, que haja continuidade do acompanhamento da dinâmica da vegetação, a fim de aferir sobre as possíveis mudanças na comunidade.

Além disso, o fragmento constitui-se em um dos poucos remanescentes ecotonais entre FOM e FED do vale do Rio Canoas, evidenciando a importância do monitoramento da área. O conhecimento prévio da vegetação a ser suprimida é fundamental a fim de entender o que será perdido em termo de biodiversidade. Os resultados encontrados neste estudo, associados ao acompanhamento e avaliação futura, podem gerar subsídios para definição das necessidades de ações e políticas públicas que visem a conservação e recuperação da biodiversidade ligadas a obras de grande porte como UHes.

REFERÊNCIAS

FATMA – FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Mapa Fitogeográfico com Informações Geopolíticas**. Diretoria de Estudos Ambientais – DEAM, Gerência de Estudos e Pesquisas – GESPE, Laboratório de Geoprocessamento, Santa Catarina. 2001.

GASPER, A.L.; UHLMANN, A.; VIBRANS, A.C.; SEVEGNANI, L.; MEYER, L. Grupos florísticos da Floresta Estacional Decidual em Santa Catarina. *In*: VIBRANS, A.C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A.L. & LINGNER, D.V. (eds.). **Inventário florístico florestal de Santa Catarina. Floresta Estacional Decidual**. Edifurb, Blumenau. v. 2, p. 125-136. 2012.

GASPER A.L., UHLMANN A., SEVEGNANI L., LINGNER D.V., RIGON-JÚNIOR M.J., VERDI M., STIVAL-SANTOS A., DREVECK S., SOBRAL M., VIBRANS A.C. Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: espécies da Floresta Estacional Decidual. **Rodriguésia** v. 64, p. 427–443. 2013.

GUSSON, A. E.; VALE, VAGNER S.; ARAÚJO, G. M.; SCHIAVINI, I. Variações Temporais na Densidade de Espécies Lenhosas Regenerativas em Áreas Impactadas por Usinas Hidrelétricas. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 12, p. 83-88, 2012.

HIGUCHI P., SILVA A. C.; FERREIRA T. S.; SOUZA S.T.; GOMES J. P.; SILVA K. M.; SANTOS, K. F.; LINKE, C.; PAULINO, P. S. Influência de variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florística do componente arbóreo, em um

fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 79-90, 2012.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 271p. 2012.

KLEIN, R.M. Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina. *In*: Reitz, R. (ed.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí. Herbário Barbosa Rodrigues. 1978.

MYERS, N. MITTERMEIER, A. R.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, n.6772, p.853-858, 2000.

NILSON, C.; SVEDMARK, M. Basic Principles and Ecological Consequences of Changing Water Regimes: Riparian Plant Communities. **Environmental Management**, v. 30, n. 4, p. 468-480, 2002.

NILSSON, C.; REIDY, C.A.; DYNESIUS, M.; REVENGA, C. Fragmentation and flow regulation of the World's large river systems. **Science**, v. 308, p. 405-408, 2005.

RIO CANOAS ENERGIA S.A. **Área de Reposição Florestal e Compensação Ambiental**. UHE Garibaldi, Abdon Batista. 2013.

RUSCHEL, A. R.; GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. Estrutura e composição florística de dois fragmentos da floresta estacional decidual do Alto Uruguai, SC. **Ciência Florestal**, v. 19, p. 225-236, 2009.

SEVEGNANI, L.; VIBRANS, A.C.; GASPER, A.L.
Considerações finais sobre a Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. *In*: Vibrans, A.C. et al. (eds). **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: Floresta Ombrófila Mista**. Blumenau: Edifurb, 2013.

SOS MATA ATLÂNTICA. Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica período 2013-2014. **Relatório técnico**. São Paulo, 60 p. 2015.

VIBRANS, A.C.; MCROBERTS, R.E.; LINGNER, D.V.; MOSER, P.; NICOLETTI, A. Extensão original e remanescentes da Floresta Estacional Decidual em Santa Catarina. *In*: VIBRANS, A.C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A.L. & LINGNER, D.V. (eds.). **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, Floresta Estacional Decidual**. Blumenau, Edifurb. v. 2, p. 25-31. 2012.

WHITMORE, T.C.; BURSLEM, D.F.R.P. Major disturbances in tropical rainforests. *In* **Dynamics of tropical communities** (D.M. Newbery, H.H.T. Prins & N. Brown, eds.). Blackwell, Oxford, p. 549-565. 1998.